

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

**DISSENY I IMPLEMENTACIÓ D'UNA PINÇA SCHUNK, PER A APLICACIONS DE
DEMOSTRACIÓ, EN UN ROBOT CARTESIÀ**

Treball Final de Grau

**ROGER MARFÀ I MIRÓ
PONENT: JOAN TRIADÓ**

TARDOR 2017



TecnoCampus
Mataró-Maresme

Sumari de documents

- Memòria
- Plànols
- Estudi Econòmic
- Avantprojecte
- Annexos

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

**DISSENY I IMPLEMENTACIÓ D'UNA PINÇA SCHUNK, PER A APLICACIONS DE
DEMOSTRACIÓ, EN UN ROBOT CARTESIÀ**

Memòria

**ROGER MARFÀ I MIRÓ
PONENT: JOAN TRIADÓ**

TARDOR 2017



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Agraïments

Al ponent del projecte, Joan Triadó per l'assessorament ofert, així com als companys de SCHUNK Intec S.L.U. pel seu recolzament i oferiment del seu temps i mitjans per explicar-me conceptes i ajudar a fer realitat aquest projecte.

Gràcies Alfred, Enrique, Javier i Sergio, en especial, i a tot l'equip de *SCHUNK*.

A la meva família pel seu suport continu i inesgotable, i a tots els que hagin pres part de forma directa o indirecta en aquest treball o en la meva formació com a estudiant del TecnoCampus i posterior treballador a *SCHUNK*.

Resum

Aquest projecte es marca com a objectiu el disseny i la implantació d'una pinça i un actuator en un robot cartesià, tot emprant productes de la marca SCHUNK. Englobarà també la programació i automatització d'una aplicació de demostració i màrqueting, emprant el robot i els productes instal·lats. Així mateix, pretén presentar l'evolució de l'aplicació programada, plasmant tota la informació en una guia explicativa feta per a ampliar les pràctiques de l'assignatura de Robòtica de la Universitat del TecnoCampus.

Resumen

Este proyecto se marca como objetivo el diseño y la implantación de una pinza y un actuator en un robot cartesiano, utilizando productos de la marca SCHUNK. Englobará también la programación y automatización de una aplicación de demostración y marketing, utilizando el robot y los productos instalados. Asimismo, pretende presentar la evolución de la aplicación programada, plasmando toda la información en una guía explicativa hecha para la ampliación de las prácticas de la asignatura de Robótica de la Universidad del TecnoCampus.

Abstract

This project sets its objective on the design and implantation of a gripper and an actuator in a Cartesian robot, using products from the SCHUNK brand. It will also include the programming and the automation of a demo and marketing application, using the robot and the installed products. Likewise, it intends to present the evolution of the programming application, drawing all the information in an explanatory guide made to extend the Robotics' subject practices of the University in TecnoCampus.

Índex.

Índex de figures.....	V
Índex de taules.....	IX
Glossari de termes.....	XI
1. Objectius del projecte.....	1
1.1. Propòsit.....	1
1.2. Finalitat.....	1
1.3. Objecte.....	1
1.4. Abast.....	1
2. Antecedents i necessitats d'informació.....	3
2.1. La robòtica Industrial.....	4
2.2. Tipologies de robots.....	6
2.2.1. Robots androides i zoomorfes.....	6
2.2.2. Robots mòbils.....	7
2.2.3. Robots de serveis.....	8
2.2.4. Robots teleoperats i telemanipulats.....	9
2.3. Robots Industrials.....	9
2.3.1. Classificació del robots industrials.....	11
2.3.2. Robot Cartesià.....	11
2.3.3. Robot Polar o esfèric.....	12
2.3.4. Robot cilíndric.....	13
2.3.5. Robot angular o antropomòrfic.....	14
2.3.6. Robot SCARA.....	15
2.4. Característiques i conceptes dels robots industrials.....	16
2.5. Sistemes de subjecció per a robots.....	17
2.5.1. Pines de dos dits paral·lels.....	17

2.5.2. Pinces de dos dits angulars.	20
2.5.3. Pinces de tres dits o cèntriques.	21
2.5.4. Pinces de quatre dits.	23
2.5.5. Pinces per a juntes tòriques.	23
2.6. Accessoris per als sistemes de subjecció.	24
2.6.1. Canviadors ràpids de pinces.	26
2.6.2. Unitats compensadores.	26
2.6.3. Unitats anticollisió.	28
2.6.4. Sensors de força.	28
2.6.5. Unitats de transferència de passos pneumàtics i elèctrics.	29
2.6.6. Accessoris per al control de posició i mesura de senyals elèctrics.	30
2.6.7. Accessoris per al control de sortides de senyals pneumàtics.	30
2.6.8. Distribuïdor de senyals d'entrada i sortida.	31
2.7. Actuadors per als sistemes de subjecció.	32
2.7.1. Actuadors de gir.	33
2.7.2. Actuadors de posicionament lineal.	35
2.8. SCHUNK GmbH & Co. KG.	38
2.8.1. Categories de producte SCHUNK.	40
2.9. CodeSys.	41
2.10. CodeSys en la robòtica Industrial.	43
2.11. Límits del projecte.	43
3. Objectius de detall i especificacions tècniques.	45
4. Marc conceptual.	47
5. Paràmetres i dimensionament previ de l'aplicació.	49
6. Disseny de l'aplicació.	53
6.1. Disseny de les peces a maniobrar.	53
6.2. Disseny dels dits de la pinça.	55

6.3. Disseny placa adaptadora entre el robot i la unitat de gir.....	58
6.4. Disseny de la placa entre el gir i la pinça	59
6.5. Disseny del sistema pneumàtic i elèctric	61
6.6. Requeriments de l'entorn físic de l'aplicació.	66
7. Assemblatge de les unitats.	67
8. Programació de l'aplicació.....	71
8.1. Codi estructurat de l'aplicació	72
8.2. Explicació del codi de l'aplicació.....	75
9. Guia tutorial per a la programació de l'aplicació.....	77
10. Estudi de seguretat.	79
11. Planificació.....	81
12. Viabilitat mediambiental.....	85
13. Conclusions.	87
14. Referències.	89

Índex de figures.

Fig. 2.1. Imatge del Robot Ultimate de l'empresa Unimation	4
Fig. 2.2. Exemples de robot androide i robot zoomòrfic	7
Fig. 2.3. Exemples de robots mòbils	8
Fig. 2.4. Exemple de Robots de serveis de neteja.	8
Fig. 2.5. Exemple de robot teleoperat desactivador d'artefactes explosius.....	9
Fig. 2.6. Exemple de Robot Cartesià format per eixos lineals SCHUNK.....	12
Fig. 2.7. Robot Polar Unimate de Kawasaki	13
Fig. 2.8. Exemple de robot cilíndric PlateCrane	14
Fig. 2.9. Exemple de robot angular o antropomòrfic de la marca SCHUNK.....	15
Fig. 2.10. Exemple de robot SCARA	15
Fig. 2.11. Exemple de pinça paral·lela de dos dits	18
Fig. 2.12. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça paral·lela	18
Fig. 2.13. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça angular	20
Fig. 2.14. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça cèntrica.....	21
Fig. 2.15. Taules de relació força de la pinça-tamany dels dits.....	22
Fig. 2.16. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça de quatre dits.....	23
Fig. 2.17. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça per a juntes tòriques	24
Fig. 2.18. Exemples de canviadors de pines	26
Fig. 2.19. Exemple de l'estructura i funcionament d'un compensador.....	27

Fig. 2.20. D'esquerra a dreta, AGE-Z 2, AGE-S i AGE-W.....	27
Fig. 2.21. Exemple de l'estructura i funcionament d'un anticol·lisionador.....	28
Fig. 2.22. Exemple de l'estructura i funcionament d'un sensor de força.....	29
Fig. 2.23. Exemple de l'estructura i funcionament del DDF 2 de SCHUNK.....	29
Fig. 2.24. Exemples de detectors.....	30
Fig. 2.25. Figura de l'electrovàlvula AMB-MV25-M8 de SCHUNK.....	31
Fig. 2.26. Distribuïdor de SCHUNK V4-M8.....	32
Fig. 2.27. Exemple de l'estructura i funcionament del gir SRM de SCHUNK.....	33
Fig. 2.28. Exemple de l'estructura i funcionament del gir SRU mini de SCHUNK.....	34
Fig. 2.29. Exemple de l'estructura i funcionament del gir SRU plus de SCHUNK.....	34
Fig. 2.30. Exemple de l'estructura i funcionament de l'eix lineal LDN de SCHUNK.....	35
Fig. 2.31. Estructura i funcionament del fre mecànic d'un eix lineal SCHUNK.....	36
Fig. 2.32. Exemple de l'estructura i funcionament de l'eix Alpha de SCHUNK.....	36
Fig. 2.33. Exemple de l'estructura i funcionament de l'eix PMP de SCHUNK.....	37
Fig. 2.34. Exemple de l'estructura i funcionament de l'eix LM de SCHUNK.....	38
Fig. 2.35. Logotip de SCHUNK.....	38
Fig. 2.36. Imatge corporativa de SCHUNK, el porter alemany Jens Lehmann.....	39
Fig. 3.1. Diagrama QFD per a relacionar objectius i especificacions tècniques.....	45
Fig. 4.1. Exemple de pinça col·laborativa de SCHUNK.....	48
Fig. 5.1. Fitxa tècnica del RPE amb la càrrega útil.....	49
Fig. 5.2. Alçat de la PGN-plus 80 en la que es veu la quota entre les dues carreres.....	50

Fig. 6.1. Perspectiva cabellera dels 7 daus per davant i per darrere.....	54
Fig. 6.2. Visualització d'un cub acabat amb el logotip de SCHUNK en vinil.....	54
Fig. 6.3. Captura pantalla de la configuració dels dits mitjançant eGrip.	55
Fig. 6.4. Captura pantalla de la configuració dels dits mitjançant eGrip.	56
Fig. 6.5. Perspectives de la placa robot-gir en el programa FreeCad.....	59
Fig. 6.6. Perspectives de la placa gir-pinça en el programa FreeCad.....	60
Fig. 6.7. Distribuïdor de senyals SCHUNK V8-M8.	62
Fig. 6.8. Pinout del mòdul EDF.....	64
Fig. 7.1. Passos pneumàtics secundaris 1 i 2 de l'EDF.....	68
Fig. 7.2. Ajustament i posada en marxa del gir (Esmorteïdor).....	68
Fig. 7.3. Ajustament i posada en marxa del gir (angle de gir).....	69
Fig. 10.1. Diagrama de Gantt de la planificació prevista.	82

Índex de taules.

Taula 2.1. Exemple de les diferents possibilitat de pinces i models	19
Taula 2.2. Característiques tècniques de la pinça GAP de SCHUNK.....	20
Taula 2.3. Característiques tècniques de la pinça de tres dits PZN+ de SCHUNK.	22
Taula 2.4. Característiques tècniques de la pinça de tres dits PGN+ de SCHUNK	25
Taula 6.1. Assignacions senyals distribuïdor.	63
Taula 6.2. Referència i ubicació del <i>pinout</i> del mòdul EDF.	64
Taula 6.3. Assignacions senyals distribuïdor.	65
Taula 8.1. Assignació de noms a les entrades i sortides digitals.	72
Taula 8.2. Llistat de les variables internes del programa.	76
Taula 10.1. Resum de tasques planificades.	81
Taula 10.2. Resum de tasques dutes a terme	83
Taula 11.1. Factors ambientals impactats.....	85
Taula 11.2. Factors impactats	86

Glossari de termes.

ABB	Empresa del sector de la robòtica. Correspon a les inicials de <i>Asea Brown Boveri</i>
ASEA	Empresa sueca, el nom correspon a les inicials del suec, <i>Allmänna Svenska Elektriska Aktiefbolaget</i> . Es va fusionar amb Brown Boveri formant ABB.
CoDeSys	Entorn de desenvolupament per a la programació de controladors d'acord amb l'estàndard industrial internacional IEC 61131-3. És un acrònim i significa Sistema de Desenvolupament de Controladors.
DC	Inicials en anglès de <i>direct corrent</i> (Corrent continu).
Diagrama de Gantt	Eina per a la planificació i gestió de tasques necessàries per a la realització d'un projecte.
Drone	Vehicle robòtic, en general solen ser aeris.
Encoder	Codificador o descodificador que converteix informació en un format de dades específic en un altre, amb la finalitat de poder interactuar-hi.
GDL	Graus de Llibertat
IFR	Inicials de l'anglès, <i>International Federation of Robotics</i> .
KEBA	Empresa del sector de l'automatització per a solucions industrials.
LED	Díode emissor de llum.
OpenSource	Format de codi lliure per ser emprat per hom, sense llicència.
Protecció IP	Norma estandarditzada per a definir el nivell de protecció d'un element a la entrada de materials estranys.
PUMA	Inicials de l'anglès, <i>Programmable Universal Machine for Assembly</i> .
SCARA	Inicials de l'anglès, <i>Selective Compliance Arm for Robotic Assambly</i> .

Tech Center Edifici per a la realització d'esdeveniments de l'empresa SCHUNK, ubicat al parc Universitari del TecnoCampus.

VAL Inicials de l'anglès, *Victor's Assembly Language*.

1. Objectius del projecte.

1.1. Propòsit.

El present projecte pretén consolidar el disseny i la consegüent implementació d'una pinça *SCHUNK* en el robot cartesià que es troba a les instal·lacions de l'empresa *SCHUNK Intec S.L.U.*, per tal d'apropar en la mesura del possible, la robòtica a aquestes instal·lacions i als estudiants del TecnoCampus.

1.2. Finalitat.

L'aplicació a realitzar serà d'un caire demostratiu i en certa manera de Merchandising de la marca *SCHUNK*, per motius evidents donat l'emplaçament de l'aplicació. D'aquesta manera l'aplicació incorporarà el disseny tipogràfic de la companyia, i el color corporatiu: el blau.

Tanmateix el projecte englobarà l'objectiu final d'oferir als alumnes que cursin l'assignatura de Robòtica al TecnoCampus, que a hores d'ara ja utilitzen el robot cartesià en les pràctiques, la possibilitat de treballar amb actuadors en el robot cartesià i apropar d'aquesta manera el món industrial real a les pràctiques de l'assignatura.

1.3. Objecte.

L'objecte del present projecte consisteix en el disseny i implementació d'una pinça i d'un actuator *SCHUNK* en el robot cartesià que es troba a les instal·lacions de l'empresa *SCHUNK Intec S.L.U.*, més exactament al TecCenter, l'espai de divulgació i demostració dels productes de l'empresa, i en el que s'hi realitzen cursos i xerrades d'interès general per a enginyers i treballadors del sector de l'Automatització i la Robòtica.

1.4. Abast.

El treball es durà a terme dins del pretext que es contracte una enginyeria integral per tal de gestionar el projecte. La tasca inclourà un anàlisi de les diferents tecnologies a nivell de pinces pneumàtiques de què disposa l'empresa i es farà una consegüent tria que anirà dictaminada segons les necessitats i els requeriments tècnics de l'aplicació. L'ús de la tecnologia pneumàtica passa a ser la solució òptima donat el condicionament de l'espai.

Com bé s'ha dit, juntament amb la implementació de la pinça, es farà el disseny d'un aplicatiu combinant el mecanisme del robot cartesià amb la tecnologia de subjecció afegida.

Aquesta aplicació es farà utilitzant el sistema de *Keba*, *KeStudio* ja instal·lat en el robot cartesià, ja que és el software OpenSource per a programació de robòtica més usat, i que engloba el llenguatge Codesys.

2. Antecedents i necessitats d'informació.

L'objecte del present projecte consisteix en el disseny i implementació d'una pinça *SCHUNK* en el robot cartesià que es troba a les instal·lacions de l'empresa *SCHUNK Intec S.L.U.*, més exactament al TecCenter, l'espai de divulgació i demostració dels productes de l'empresa, i en el que s'hi realitzen cursos i xerrades d'interès general per a enginyers i treballadors del sector de l'Automatització i la Robòtica.

La tasca inclourà un anàlisi de les diferents tecnologies a nivell de pinces pneumàtiques de què disposa l'empresa i es farà una conseqüent tria que anirà dictaminada segons les necessitats i els requeriments tècnics de l'aplicació. L'ús de la tecnologia pneumàtica passa a ser la solució òptima donat el condicionament de l'espai.

L'aplicació a realitzar serà d'un caire demostratiu i en certa manera de Merchandising de la marca *SCHUNK*, per motius evidents donat l'emplaçament de l'aplicació. D'aquesta manera l'aplicació incorporarà el disseny tipogràfic de la companyia, i el color corporatiu: el blau.

Com bé s'ha dit, juntament amb la implementació de la pinça, es farà el disseny d'un aplicatiu combinant el mecanisme del robot cartesià amb la tecnologia de subjecció afegida.

Aquesta aplicació es farà utilitzant el sistema de *Keba, KeStudio* ja instal·lat en el robot cartesià, ja que és el software OpenSource per a programació de robòtica més usat, i que engloba el llenguatge Codesys.

En l'avantprojecte s'ha fet l'estudi previ i el dimensionament de tot el necessari per a dur a terme l'aplicació i la implementació, que es realitzarà dins el projecte de detall.

Per tal de poder oferir una bona resolució del plantejament del projecte, es planteja la necessitat d'englobar un conjunt de necessitats d'informació a conèixer per a poder treballar assegurant que el que es realitzarà serà de forma correcta.

Aquest capítol doncs, engloba les necessitats d'informació sobre el funcionament de les pinces *SCHUNK*, accessoris de les mateixes, així com del robot cartesià. Es plantejarà doncs, tota la informació que es presenti destacable i notòria per a ser explicada, fent a la mateixa manera d'introducció al projecte.

2.1. La robòtica Industrial.

La tendència industrial de molts sectors passa per l'Automatització dels processos de producció, gestió o emmagatzemament. Si bé tot plegat va començar amb un simple braç articulat controlat per una computadora, invenció de George Devol el 1954 i que fou considerat el primer robot industrial, el potencial que aquest artefacte va desplegar, va crear la necessitat de seguir investigant per a crear quelcom que fos d'utilitat per a l'indústria, i que també representaria un negoci un canvi en el paradigma industrial de l'època.

Dos anys després de que Devol creés el primer esbós de robot industrial de la història, va fundar juntament amb Joseph Engelberger l'empresa Unimation dedicada a la fabricació de Robots. Aquesta empresa fou el detonant d'aquest nou sector, llençant a molts emprenedors a endinsar-se en el món de la robòtica.

El 1961, ja consolidada l'empresa Unimation, es comencen a realitzar proves d'un robot Unimate accionat hidràulicament, en un procés de fosa en motlles a General Motors.

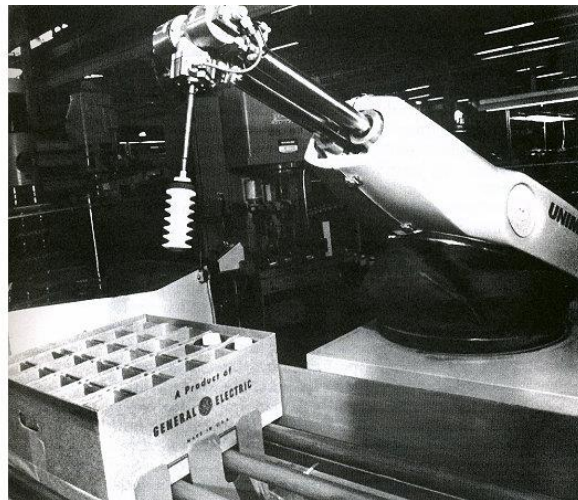


Fig. 2.1. Imatge del Robot Ultimate de l'empresa Unimation, considerat el primer robot industrial.

Font: Computer History Museum.

Set anys més tard, el 1968, Kawasaki s'uneix a Unimation i comença la fabricació i l'ús de robots industrials al Japó. Aquest mateix any General Motors, comença a emprar robots en el procés de fabricació de les carrosseries dels cotxes.

El 1968 l'empresa sueca ASEA fabrica el primer robot completament elèctric, que acabarà convertint-se en l'accionament més emprat degut als avanços registrats en el control de motors elèctrics.

No és fins un any més tard, quan s'introdueix el primer robot industrial a Espanya. Aquell mateix 1974 es comença a emprar el llenguatge de programació AL, de que en derivarien altres d'us posterior com el VAL dels robots PUMA, implementat el 1975 per Victor Scheinman, que conjuntament amb Devol i Engelberger, és pioner en el camp de la robòtica industrial.

També el 1978 fou un any important per al novell món de la robòtica, ja que es van començar a emprar els robots PUMA d'Unimation, un dels models que més s'ha fet servir, i que es la base de molts dels robots actuals, ja que incorporà un disseny d'un braç multi-articulat.

Si bé aquest any va resultar un punt d'inflexió important, l'aparició al mercat del robot tipus SCARA a Japó, l'any 1981, també va resultar un punt de no retorn per al ja aleshores potent i important sector de la robòtica.

Aquest sector va notar un increment tant notori que es va creure convenient crear una federació internacional que englobés tot el gremi i, en part el regulés, tot i que aquesta tasca no la va arribar a desenvolupar, sinó que es va decidir que serien els estaments europeus. Aquesta fou la IFR, Federació Internacional de Robòtica amb seu a Estocolm.

Aquests anys representen l'auge de la robòtica, un sector que anirà evolucionant de mà de l'electrònica i els avanços que tindrà. La gran evolució de la robòtica però, la promou com és habitual el sector industrial, creant necessitats tecnològiques per abastir grans demandes de fabricació, de grans dificultats tècniques o d'envergadura, que els operaris sols serien incapaços de desenvolupar. Els robots ofereixen un gran ventall de possibilitats, i la seva adaptabilitat en diferents processos els converteixen en una eina vital dins les indústries, solucionant problemàtiques del passat i convertint-les en processos senzills i ràpids.

Evidentment la robòtica també ha anat millorant i perfeccionant les tècniques, així com englobant les noves tecnologies que han anat sorgint.

S'ha arribat al punt que actualment existeixen empreses que són completament autònomes i que tan sols requereixen la presència l'ésser humà per al control i manteniment del complex.

La història, doncs, descriu que l'actual trajectòria del sector Industrial culminarà amb un alt percentatge automatitzat. El motiu d'aquesta nova revolució industrial es basa en els números de les companyies que han donat el pas, i en la competència que veient els èxits d'aquests els voldran seguir per tal de no perdre passada i continuar al mercat sent igualment competitius.

Verdaderament és una revolució que no té una data d'inici i una de culminació clara, sinó que es tracta més aviat d'un procés que, pel que sembla, no culminarà mai sinó que anirà canviant i evolucionant segons els recursos i disponibilitat de la tecnologia i de les necessitats del sector.

2.2. Tipologies de robots.

Però, no únicament es troben robots en el món industrial, existeixen diferents tipologies de robots que desenvolupen tasques completament distintes. A continuació, es poden veure les diferents tipologies de robots que existeixen actualment, per tal de constatar la versatilitat que ofereix la robòtica. Però abans de veure aquestes diferents tipologies de robots cal veure quina és la definició de robot estandarditzada. Segons la Gran Enciclopèdia Catalana ^[1], el mot robot es pot definir de la següent manera: *“Màquina automàtica capaç de manipular objectes, executar operacions i moviments diversos segons un programa que pot ésser modificable o adaptable, i que pot anar equipat amb sensors per tal de detectar els senyals d'entrada i les condicions ambientals.”*

2.2.1. Robots androides i zoomorfes.

La primera idea que es fa l'ésser humà d'un robot és la d'un homòleg en forma d'ésser humà, de materials metàl·lics i de molta vida útil. Un robot que pot desenvolupar totes les funcions que fa un humà, però sense errors i amb una gran precisió. La idea apareix a diverses pel·lícules, i obres de teatre, com ara al Mag de Oz, i defineix probablement la primera idea de robot que hom pot tenir al cap.

Aquestes narratives queden però força lluny del que és la realitat dels robots androides i zoomorfes, ja que la realitat ha posat al seu lloc que aquests tipus de robots són molt difícils

de programar i el retorn que ofereixen és poc tangible. La robòtica treballa sota la premissa de la precisió, la rapidesa i l'adaptabilitat, i no és massa partidària de robots que et puguin fer infinitats d'aplicacions, ja que representa poc pràctic. No obstant, al mercat existeixen empreses que s'han aventurat amb la meta de crear un robot androide o zoomorf, i hi ha qui diu que el futur de la robòtica podria passar per aquests emprenedors. En aquest cas, únicament el temps aportarà la resposta.



Fig. 2.2. Robot NAO, exemple de robot androide, i robot Kondo KMR-M6, exemple de robot zoomòrfic

Font: El Mundo i Pàgina web dosisgadget.com, respectivament

2.2.2. Robots mòbils.

Els robots mòbils són els que com indica el seu nom disposen de certa mobilitat gràcies a rodes, extremitats o sistemes eruga, programades per a aquesta funcionalitat. Disposen de sistemes de sensòrica que els permeten analitzar l'entorn i retornar estímuls a les diverses situacions en les que es poden trobar. Són força utilitzats en plantes de producció per a mobilitzar l'estoc de materials a través de la fàbrica, per a àmbits on l'accés és difícil, com per exemple en missions espacials, i per al transport de materials perillosos al llarg de distàncies curtes.

Actualment es comencen a utilitzar drons, per a transportar persones com si fossin taxis, i per a serveis de missatgeria.



Fig. 2.3. Exemples de robots mòbils, el drone d'Amazon *Prime Air*, i el robot Opportunity rover, al planeta Mart.

Font: Amazon i BBC

2.2.3. Robots de serveis.

Una classificació que es fa també entre els robots que no són industrials, és la dels robots que desenvolupen serveis de tota mena. No obstant existeixen quatre grans grups en els que es poden classificar.

- Robots de serveis de neteja: s'hi consideren dins la gamma, tots els robots que entren en les tasques de neteja de terres, finestres, conductes, etc.



Fig. 2.4. Exemple de Robots de serveis de neteja.

Font: iRobot i lloc web directindustry.es

- Robots d'usos varis en entorns hostils: són considerats com els robots que treballen en condicions extremes per als humans, o que poden suposar un perill, com per exemple en contextos nocius, de difícil accés, en entorns amb altres temperatures o molt baixes, o situacions de mesures de radiació.

- Robots de serveis mèdics: són tots aquells englobats en el món de la medicina com ara pròtesis robotitzades, robots de rehabilitació o per a l'ajuda en la cirurgia.
- Robots d'assistència: són tots els robots que s'empren per a facilitar la vida a les persones amb dificultats, de mobilitat o d'algun tipus.
- Microrobots: són robots en fase experimental però que ja es poden veure en algunes aplicacions en micromedicina o nanotecnologia.

2.2.4. Robots teleoperats i telemanipulats.

Aquesta classificació surt una mica de la definició de robot anteriorment esmentada, no obstant és cert que existeixen aquesta tipologia de robots que s'empren en entorns on l'operari no hi té accés fàcil, però la programació del mateix és molt complexa i comporta presa de decisions humanes. Seria el cas de robots que es fan servir per operar un pacient, en el que el metge interactua el pacient mitjançant la interfase d'un robot, que aporta una major precisió i detecció d'errors en el pols. També es poden veure aquest tipus de robots en missions de desactivació d'artefactes explosius, en el que la presa de decisió hi és evident.



Fig. 2.5. Exemple de robot teleoperat desactivador d'artefactes explosius.

Font: Pàgina web CBRNE Central

2.3. Robots Industrials.

Els robots industrials són àmpliament els més usats i en base als quals s'ha produït el desenvolupament de la robòtica. Estan destinats a realitzar de forma automàtica determinats

processos de fabricació o manipulació. La incorporació del robot al món industrial, introdueix el concepte de "sistema de fabricació flexible", i la principal característica consisteix en la facilitat d'adaptació de les línies o cèl·lules de fabricació a les diferents tasques de producció. Degut a que la implementació d'aquest projecte es fa sobre un robot industrial, a partir d'aquest punt, es parlarà gairebé exclusivament d'aquest tipus de robots.

Així com s'ha cercat la definició de robot, resulta tanmateix interessant plasmar com defineix la Gran Enciclopèdia Catalana el concepte robot industrial. Els termes robot industrial els defineix de la següent manera: *“Robot manipulador que pot posicionar i orientar materials, peces, eines o dispositius especials per a l'execució de tasques diverses en les diferents etapes de la producció industrial.”*

De la mateixa manera que amb els robots de serveis, els robots industrials també tenen una classificació per tal d'organitzar l'ampli ventall de possibilitats de robots industrials que ofereix el mercat.

Aquesta classificació ve determinada per les característiques tècniques del robot, però abans d'esmentar aquesta classificació, cal entendre quines són aquestes característiques tècniques, i què suposen.

Generalment, tots els robots tenen una configuració similar que consta d'una part d'enclavament a terra o a una superfície rígida, una sèrie d'articulacions o parts assemblades en forma de cadenes, i un extrem mòbil al qual s'hi adjunta una eina.

El conjunt pot variar en número de subjeccions, d'extrems mòbils i d'articulacions, però en essència tot robot consta d'aquestes parts.

Les articulacions d'un robot, o també anomenades eixos, són les que aporten la mobilitat al robot, empeses normalment per força pneumàtica o elèctrica, generant dos tipus de moviments: el linear o prismàtic i el de rotació, i la combinació d'aquests moviments defineixen la mobilitat del robot, i el que s'anomenen Graus de Llibertat (GDL). El nombre de graus de llibertat d'un robot determina el nombre de moviments que pot efectuar respecte d'un sistema de coordenades aïllat, fluctuant entre 3 i 6 moviments, el màxim possible en un entorn tridimensional, tres de posicionament i tres d'orientació. Així doncs, un robot amb més o menys graus de llibertat representarà que és un robot amb major accessibilitat i més

versatilitat en el posicionament de l'eina que subjecta. Amb les tres primeres articulacions, el robot aconsegueix el posicionament desitjat, i amb la resta aconsegueixen l'orientació de l'eina adjuntada.

Normalment el número de graus de llibertat coincideix amb el número d'articulacions del robot, i no existeix limitació en quant a graus de llibertat, simplement un robot amb més articulacions i més graus de llibertat serà, evidentment, més car, i tindrà una major accessibilitat, però a partir dels 6 graus de llibertat, ja es creen falsos graus ja que es solapen àrees, simplement augmentant la possibilitat de posicionament del robot en un mateix punt.

Una característica també molt important és la de l'àrea de treball d'un robot, que com es veurà més endavant és la que classifica les diferents tipologies de robot. Aquest espai de treball el delimiten els punts més llunyans del punt de subjecció del robot a on pot arribar l'eina. Normalment aquesta àrea ve dibuixada en el full d'especificacions del robot pel fabricant.

2.3.1. Classificació del robots industrials.

Tal i com s'ha dit anteriorment, l'espai o àrea de treball és el que determina la tipologia de robot, i és per tant el mètode classificatori per organitzar els robots en diferents classes.

Les tres primeres articulacions o eixos del robot acostumen a determinar el posicionament del robot, i consegüentment també l'àrea de treball del mateix, creant així els següents tipus de robot industrial: el robot cartesià, el robot polar o esfèric, el robot cilíndric, el robot angular i el robot SCARA, que a continuació es presentaran en detall.

2.3.2. Robot Cartesià.

El robot cartesià rep el nom per les coordenades cartesianes que els tres eixos superposats formen. Està format per tres eixos ortogonals entre sí, cada un amb la disponibilitat d'un moviment lineal. Es poden trobar dues estructures de robot cartesià, la tipo cantilever o el pòrtic. La diferència principal es troba en que el pòrtic té dos eixos X, mentre que el cantilever té una articulació per a cada coordenada cartesiana X, Y i Z. Són robots molt precisos, amb una àmplia zona de treball, generalment poden treballar a altes velocitats, requereixen un control relativament senzill i poden operar amb cargues elevades, no obstant

ocupen molt d'espai en relació a l'espai de treball, i l'orientació de l'eina o l'utensili aplicat a l'extrem no es pot modificar.

S'empren en aplicacions on es requereixen moviments lineals d'alta precisió, en zones de treball delimitades a un pla o plans paral·lels. Si la precisió necessària no és alta, els eixos controlats per un PLC i les targetes electròniques avantatgen notablement aquesta gamma de robots industrials en quant a preu.



Fig. 2.6. Exemple de Robot Cartesià format per eixos lineals SCHUNK en estructura de pòrtic.

Font: Intra Automation

2.3.3. Robot Polar o esfèric.

Els robots polars o també anomenats esfèrics reben el nom per l'àrea de treball que poden abastar, i és que els dos primers eixos tenen un moviment de rotació perpendiculars entre sí, i una tercera lineal, proporcionant dos girs i un moviment lineal que permet el posicionament en un punt desitjat mitjançant coordenades polars.

Aquesta gamma de robot industrial fou la primera que es va emprar, com s'ha vist anteriorment en l'Unimate, però a hores d'ara es troba a la baixa ja que no aporta grans avantatges respecte la resta de gammes. No obstant la dificultat en el control dels seus moviments de translació, i l'elevat moment que es genera a l'extrem en usar càrregues pesades, encara es fan servir en algunes aplicacions de poca complexitat de moviments i que no requereixen elevada precisió ni exactitud.



Fig. 2.7. Robot Polar Unimate de Kawasaki.

Font: Robot Bible

2.3.4. Robot cilíndric.

El robot cilíndric també rep el nom per l'àrea de treball que abraça, una àrea de forma cilíndrica. Aquest espai l'aconsegueix gràcies a un gir a la base, i la combinació de dos moviments lineals perpendiculars en l'eix X i el Z. És un robot emprat en aplicacions on l'accessibilitat no és un problema i on el moviment d'accionament de l'aplicació sigui generalment horitzontal. Té un control senzill, amb posicionament per mitjà de coordenades cilíndriques.

Tots els robots són adaptables en quant a graus de llibertat, simplement afegint una rotació a l'extrem es millora l'orientabilitat del robot, no obstant en certs robots la inversió no és productiva, i s'opta per directament canviar el model del robot per el més emprat: el robot angular.

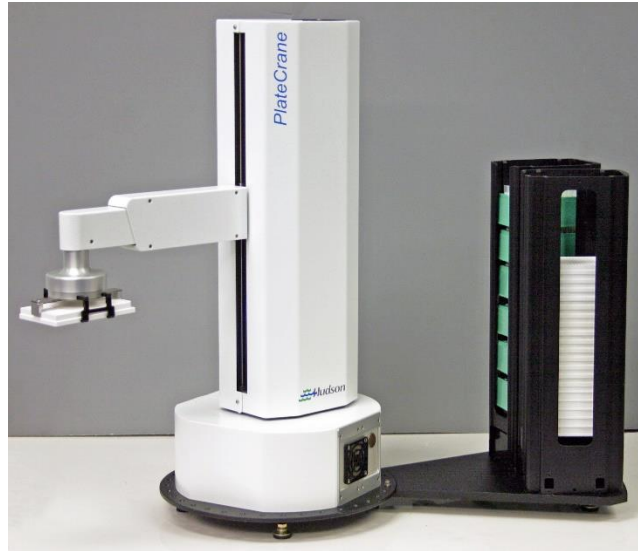


Fig. 2.8. Exemple de robot cilíndric PlateCrane.

Font: Hudson Robotics.

2.3.5. Robot angular o antropomòrfic.

El robot angular o antropomòrfic és el robot més àmpliament usat en la indústria actual. Basa les seves tres principals articulacions en moviments rotacionals, i és per això que emprava les coordenades angulars per al seu posicionament. També és conegut com a robot antropomòrfic perquè simula l'estructura d'un braç humà. La seva gran accessibilitat i orientabilitat el fa un dels robots més aplicats, i és que a més ofereix una bona relació espai de treball respecte el seu volum. L'únic inconvenient es troba en problemes d'inèrcies de gir i moments quan aquest transporta càrregues pesades. La seva precisió tampoc és perfecta no obstant resulta ideal per a aplicar-lo en sectors de fabricació flexibles.



Fig. 2.9. Exemple de robot angular o antropomòrfic de la marca SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK

2.3.6. Robot SCARA.

El robot SCARA és la última gamma de robots industrials. Es tracta d'un robot amb dues articulacions de rotació i una lineal que controla únicament el pla Z. S'empra en aplicacions que requereixen un funcionament en un pla horitzontal, molt habitual en situacions d'assemblatge o d'inserció de components electrònics i similars. Té el seu origen a Japó i és a allà on més s'utilitza. És un robot barat, ràpid i precís, però amb l'inconvenient de l'accessibilitat únicament en el pla horitzontal.



Fig. 2.10. Exemple de robot SCARA, el model IRB 910SC d'ABB.

Font: Pàgina web de ABB

2.4. Característiques i conceptes dels robots industrials.

Les diferents marques de robots acostumen a donar un seguit d'especificacions tècniques per tal de poder dimensionar el robot i poder-lo seleccionar per a una aplicació concreta. El fabricant no sempre aporta la mateixa informació, no obstant existeixen unes bases que quasi tots els fabricants aporten en el full de dades.

Graus de llibertat: Com s'ha vist anteriorment és el que determina el nivell d'accessibilitat i maniobrabilitat del robot, així com especifica la flexibilitat i el posicionament final de l'eina de l'extrem. Com més graus de llibertat (GDL) millor posicionament.

Espai de treball: També s'ha esmentat anteriorment, és l'espai en el que es pot moure l'eina adjuntada a l'extrem del robot. Dependrà únicament de l'estructura del robot i dels seus GDL.

Capacitat de càrrega: És el màxim pes que pot aixecar el robot a la seva velocitat nominal, considerant la seva configuració més desfavorable i respectant el posicionament de l'eina final. A part del material que pugui transportar, també es considera el pes de l'eina o la pinça dins d'aquest pes.

Resolució: És l'increment de desplaçament mínim que el robot pot realitzar en el seu extrem. Depèn bàsicament de la unitat de control del robot.

Precisió: És la distància que hi ha entre el punt programat i el punt de posicionament real.

Repetibilitat: S'entén com el grau d'exactitud en la repetició de moviments. Com menys desviació respecte els punts reals millor repetibilitat.

Velocitat: És important en moviments llargs de l'estil de paletitzats o muntatges. Es pot visualitzar la velocitat nominal per cada eix, o la velocitat a l'extrem de l'eina.

Acceleració: És important en moviments curts en el que es requereixen acceleracions i frenades ràpides. Tant la velocitat com l'acceleració, depenen de la càrrega que porta el braç.

2.5. Sistemes de sujecció per a robots.

Al llarg del capítol s'ha pogut llegir en diverses ocasions el concepte d'eina o d'extrem del robot d'una forma molt general, quan existeixen infinitats de sistemes per adjuntar a l'extrem del braç d'un robot.

Generalment els actuadors que són mes utilitzats són els sistemes de sujecció, tots capaços de manipular peces en aplicacions que requereixen aquesta capacitat. Si bé es parlava que els robots simulen un braç humà, amb les seves articulacions i rotacions, els sistemes de pinces per a subjectar objectes simulen la mà.

Ara es veuran els diferents sistemes de sujecció a nivell estructural, sense entrar en el tipus d'accionament. Generalment els accionaments que dominen el mercat són els pneumàtics, però també existeixen els accionaments elèctrics.

A mesura que la robòtica es plantejava nivells més complexos d'aplicacions on incorporar sistemes, altres sectors de la robòtica evolucionaven al mateix temps per a garantir que aquests robots poguessin realitzar totes les aplicacions dissenyades.

L'empresa SCHUNK és una empresa líder en aquest sector i classifica les seves pinces segons el número de dits, és a dir segons els punts de contacte amb la peça a agafar, i considerant també el moviment d'aquests dits.

2.5.1. Pinces de dos dits paral·lels.

Per començar doncs, es pot veure la primera tipologia de pinces robòtiques. Aquesta és la formada per pinces que ofereixen dos punts de contacte amb la peça a aplicar, i aquests dos dits de contacte tenen un moviment d'obertura i tancaments que mai perd el paral·lelisme entre els dos extrems dels dits. Els dits desenvolupen per tant un moviment lineal per tal de fer la sujecció de peces determinades.



Fig. 2.11. Exemple de pinça paral·lela de dos dits, el model MPG + de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Alhora de seleccionar una pinça paral·lela no únicament hem de mirar el tamany de la pinça, i el pes recomanat de l'objecte a operar, sinó que també és important saber la capacitat d'obertura de la pinça, és a dir la diferència de distància que hi ha entre els dits quan aquests estan oberts i quan estan tancats.

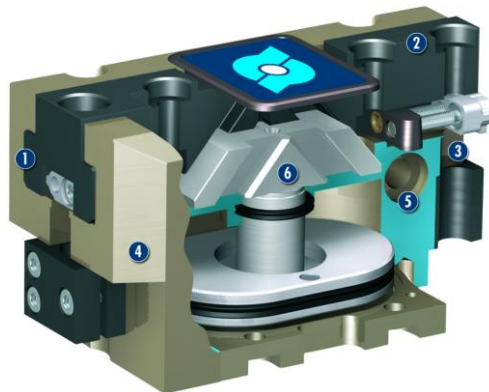


Fig. 2.12. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça paral·lela

Font: Pàgina web de SCHUNK.

A la figura 2.12, es pot veure el funcionament intern d'una pinça, amb les diferents parts especificades amb números. Les parts 1 i 2, són referents a la guia que proporciona la carrera als dits, que s'adjunten a la pinça amb forats per als cargols que es veuen al número 2. La part 3 és referent al muntatge del sensors de proximitat. El 4 referencia la carcassa de la pinça i el 5 és un forat per al pas de cables o altres aplicacions que el requereixin.

La part que retorna el moviment la trobem en el número 6 que és el pistó acabat en forma de cunya. Aquesta cunya és la que transfereix el moviment a les guies dels dits.

Per a poder seleccionar la pinça idònia, la marca ofereix un catàleg amb les diferents especificacions dels models que existeixen per a cada pinça.

Tal i com es pot veure en la següent taula (taula 2.1), aquest catàleg determina la referència del producte, el recorregut per dit de cada pinça, la força d'obertura i tancament dels dits i seguidament de la molla opcional, etc.

Description		JGP 50-1	JGP 50-2	JGP 50-1-AS	JGP 50-2-AS	JGP 50-1-IS	JGP 50-2-IS
ID		0308610	0308615	0308611	0308616	0308612	0308617
Stroke per jaw	[mm]	4	2	4	2	4	2
Closing- / opening force	[N]	140/145	290/310	185/-	385/-	-/190	-/405
min. spring force	[N]			45	95	45	95
Weight	[kg]	0.15	0.15	0.2	0.2	0.2	0.21
Recommended workpiece weight	[kg]	0.7	1.45	0.7	1.45	0.7	1.45
Fluid consumption per double stroke	[cm ³]	5	5	8.5	8.5	11	11
min. / max. operating pressure	[bar]	2.5/8	2.5/8	4/6.5	4/6.5	4/6.5	4/6.5
Nominal operating pressure	[bar]	6	6	6	6	6	6
Closing- / opening time	[s]	0.02/0.02	0.02/0.02	0.02/0.03	0.02/0.03	0.03/0.02	0.03/0.02
Closing- / opening time only with spring	[s]			0.05	0.05	0.05	0.05
max. permitted finger length	[mm]	64	58	58	50	58	50
max. permitted weight per finger	[kg]	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
IP class		40	40	40	40	40	40
min. / max. ambient temperature	[°C]	5/90	5/90	5/90	5/90	5/90	5/90
Repeat accuracy	[mm]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Taula 2.1. Exemple de les diferents possibilitat de pinces i models en aquest cas JGP 50, de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Resulta interessant notar que el model 1 té una major carrera però una menor força de subjecció, mentre que el model 2 té una carrera més petita però una major força operativa. Això es diferencia arrel de la rampa de la cunya que s'ha vist en la figura 2.12. El model 1 té una cunya amb més pendent, de manera que transfereix més moviment a les guies però per força operativa, cosa que guanya el model 2, en detriment d'una menor carrera.

Aquests dos models són combinables amb la molla opcional que fixa els dits segons l'operativa desitjada. Si els dits han de fer una operativa de subjecció d'una peça, agafant-la per els límits exteriors, es requerirà el model AS, mentre que òbviament el model IS, és per a fixar peces que s'agafen per l'interior.

El model AS té una molla que fixa la posició natural dels dits com a normalment tancats, mentre que el model IS fixa la posició natural com a normalment oberts.

2.5.2. Pinces de dos dits angulars.

Dins de la gamma de pinces amb dos dits, també existeixen pinces que proporcionen un moviment angular als dits, molt recomanables en aplicacions on l'espai i la rapidesa d'operació és vital, com per exemple en recollir objectes de cintes transportadores.



Fig. 2.13. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça angular, i la pinça angular GAP de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Aquestes pinces són angulars que poden oferir diversos angles d'obertura. Quan aquest angle arriba als 90° es consideren pinces radials. El funcionament és simple, quan el pistó rep aire a pressió puja, arrossegant els dits solament per un extrem de manera que generen el moment de rotació i obren les pinces.

Description		GAP 20-030	GAP 20-060	GAP 20-090
ID		0314600	0314601	0314602
Stroke per jaw	[mm]	1	1	1
Closing- / opening force	[N]	92/-	92/-	92/-
Opening angle per jaw	[°]	30	60	90
Weight	[kg]	0.3	0.3	0.3
Recommended workpiece weight	[kg]	0.46	0.46	0.46
Fluid consumption per double stroke	[cm³]	3	5	7
min. / max. operating pressure	[bar]	2.5/7	2.5/7	2.5/7
Nominal operating pressure	[bar]	6	6	6
Closing- / opening time	[s]	0.09/0.09	0.12/0.12	0.15/0.15
max. permitted finger length	[mm]	40	40	40
max. permitted weight per finger	[kg]	0.1	0.1	0.1
max. mass moment of inertia per jaw*	[kgcm²]	3.12	3.12	3.12
IP class		40	40	40
min. / max. ambient temperature	[°C]	5/60	5/60	5/60
Repeat accuracy	[mm]	0.05	0.05	0.05

Taula 2.2. Característiques tècniques de la pinça GAP de SCHUNK, que pot ser tant angular com radial.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.5.3. Pinces de tres dits o cèntriques.

Un cop s'ha vist la gamma de pinces amb dos dits, es pot veure ara les pinces que ofereixen tres punts de contacte amb la peça a subjectar. Aquestes pinces tenen l'arrel de l'aplicació en situacions on dos punts de suport no són suficients, i es vol tenir en compte el centratge.

L'accionament de la pinça és igual que el de les pinces amb dos dits, però en aquest cas la cunya transfereix la força a les tres carreres de manera que els tres dits s'obrin al mateix temps.

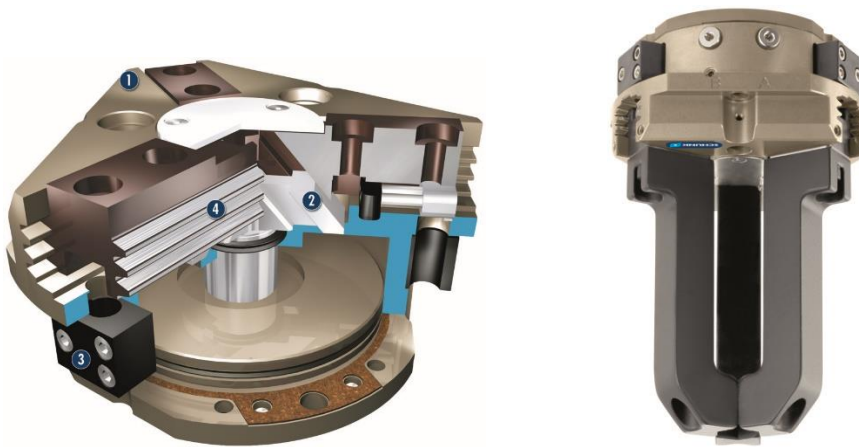


Fig. 2.14. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça cèntrica, i la pinça PZN+ de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

A continuació es pot veure a la taula 2.3 adjunta, les característiques tècniques d'aquesta pinça cèntrica de 3 dits. Tal i com es pot veure, també existeix la possibilitat de guanyar força operativa en detriment de carrera agafant la opció 2 de cunya.

Tanmateix es pot optar per els models amb molla de bloqueig AS o IS, per a agafar peces per l'exterior o l'interior, respectivament.

És important remarcar que el distribuïdor ven únicament la pinça i no inclou els dits, ja que normalment cada client se'ls crearà a mida segons els requeriments de la peça a maniobrar.

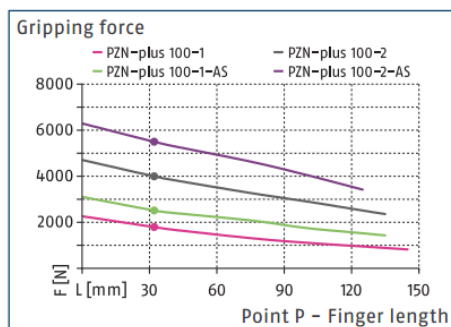
És per això que SCHUNK ofereix un rang de mides de dits en les que la pinça podrà operar amb normalitat, i també ofereix una gràfica de la força que podrà desenvolupar en funció del dimensionament dels dits, i marcant també el límits de dimensions possibles de dits, tal i com es pot veure a la figura 2.15, així com els moments límits suportats per a cada eix.

Description		PZN-plus 100-1	PZN-plus 100-2	PZN-plus 100-1-AS	PZN-plus 100-2-AS	PZN-plus 100-1-IS	PZN-plus 100-2-IS
ID		0303312	0303412	0303512	0303612	0303542	0303642
Stroke per jaw	[mm]	10	5	10	5	10	5
Closing / opening force	[N]	1800/1920	4000/4280	2520/-	5500/-	-/2700	-/5900
min. spring force	[N]			720	1500	780	1620
Weight	[kg]	1.41	1.41	1.95	1.95	1.95	1.95
recommended workpiece weight	[kg]	9	20	9	20	9	20
Fluid consumption double stroke	[cm ³]	120	120	210	210	210	210
min./max. operating pressure	[bar]	2/8	2/8	4/6.5	4/6.5	4/6.5	4/6.5
Nominal operating pressure	[bar]	6	6	6	6	6	6
min. / max. air purge pressure	[bar]	0.5/1	0.5/1	0.5/1	0.5/1	0.5/1	0.5/1
Closing/opening time	[s]	0.1/0.1	0.1/0.1	0.1/0.2	0.1/0.2	0.2/0.1	0.2/0.1
Closing- / opening time with spring	[s]			0.25	0.25	0.25	0.25
max. admissible finger length	[mm]	145	135	135	125	135	125
max. admissible weight per finger	[kg]	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Protection class IP		40	40	40	40	40	40
min./max. ambient temperature	[°C]	5/90	5/90	5/90	5/90	5/90	5/90
Repeat accuracy	[mm]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Cleanroom class ISO 14644-1		5	5	5	5	5	5

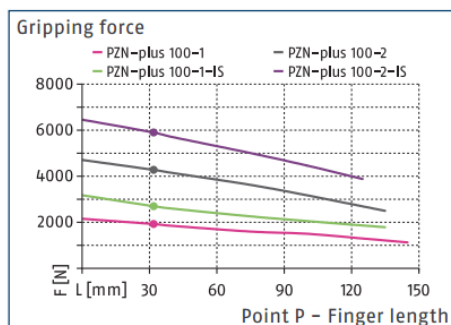
Taula 2.3. Característiques tècniques de la pinça de tres dits PZN+ de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

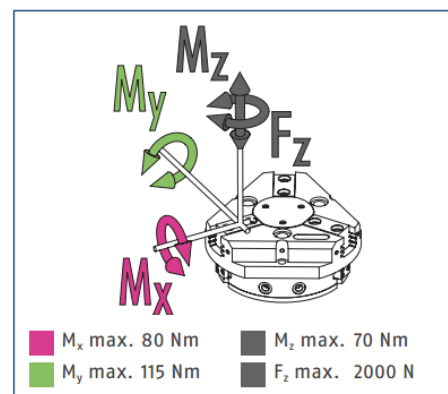
Gripping force, O.D. gripping



Gripping force, I.D. gripping



Finger load



- ① The specified torques and forces are static values, apply for each base jaw, and may occur simultaneously. M_y may arise in addition to the moment generated by the gripping force itself.

Fig. 2.15. Taules de relació força de la pinça-tamany dels dits, segons els diferents models, i limitació dels moments suportats per a cada dit.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.5.4. Pinces de quatre dits.

També existeixen pinces ideades per aplicacions on l'accés és complex i representa una dificultat per al robot afegida. És el cas per exemple d'aplicacions de *Pick & Place* de peces cilíndriques, que són emmagatzemades en caixes rectangulars que optimitzen molt l'espai.

Un exemple molt clar és el dels conjunts de cerveses, on una pinça de tres dits agafant l'ampolla tindria una col·lisió amb els extrems de les caixes a l'hora d'introduir-les. És per aquests casos en especial, i altres aplicacions similars, on es recomana l'aplicació d'una pinça de quatre dits, que manté les característiques d'una pinça centrada però evita la col·lisió en aplicacions on l'accés és limitat.

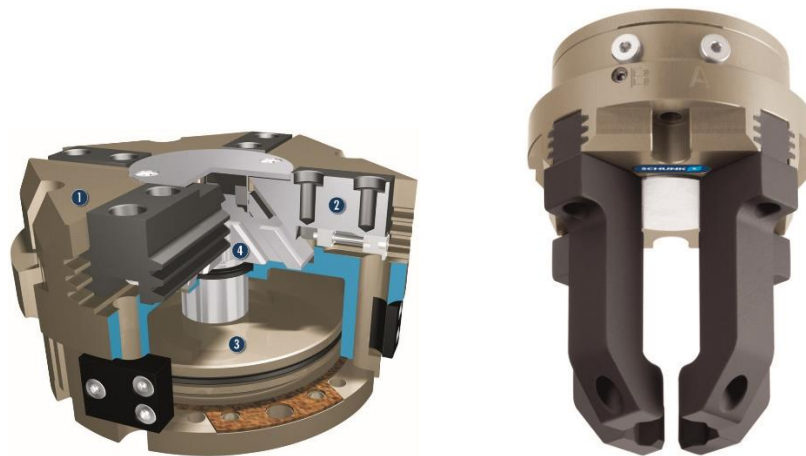


Fig. 2.16. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça de quatre dits, i la pinça PZV de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.5.5. Pinces per a juntes tòriques.

Per acabar amb les tipologies bàsiques de pinces, a continuació es mostra una tipologia de pinces per al muntatge de juntes tòriques. Són pinces que tenen aquesta sola aplicació i que disposen de sis dits, que actuen sobre les juntes de tres en tres. Tres dits tenen la funció de suport de la junta, mentre que els altres tres serveixen per col·locar la junta tòrica al seu lloc.

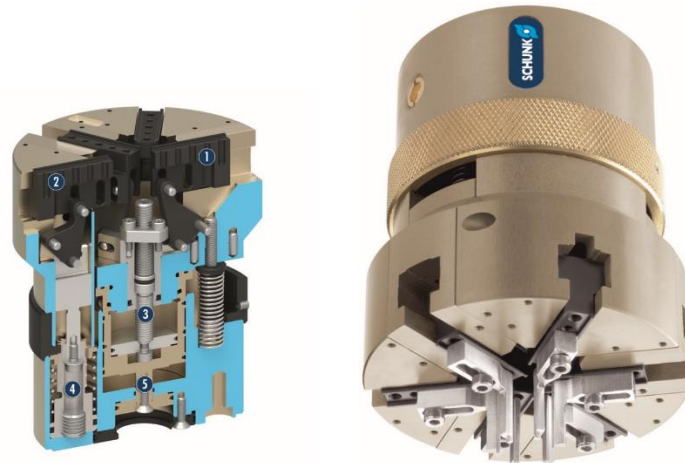


Fig. 2.17. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça per a juntes tòriques, la pinça ORG de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.6. Accessoris per als sistemes de subjecció.

Totes aquestes pinces poden adquirir múltiples accessoris que les adapten per a certes aplicacions, les hi donen un punt d'automàtica i sensòrica fent-les parts intel·ligents dins el procés d'automatització, i accessoris que simplement les protegeixen contres adversitats de les mateixes condicions de l'aplicació.

Primerament, es veurà les diferents opcions de pinces que ofereix SCHUNK en quant a característiques tècniques i adaptabilitat en l'entorn de l'aplicació.

No totes les pinces ofereixen tots els models que s'esmentaran, però si que ho disposen les pinces amb més demanda. Per a comprovar si una pinça té aquestes vessants disponibles, cal anar al catàleg i veure si aquests models estan disponibles, tal i com es pot veure a la següent taula 2.4.

Description		PGN-plus 80-1	PGN-plus 80-2	PGN-plus 80-1-AS	PGN-plus 80-2-AS	PGN-plus 80-1-IS	PGN-plus 80-2-IS
ID		0371101	0371151	0371401	0371451	0371461	0371471
Stroke per jaw	[mm]	8	4	8	4	8	4
Closing- / opening force	[N]	415/465	860/960	570/-	1180/-	-/620	-/1280
min. spring force	[N]			155	320	155	320
Weight	[kg]	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
Recommended workpiece weight	[kg]	2.1	4.3	2.1	4.3	2.1	4.3
Fluid consumption per double stroke	[cm³]	22.5	22.5	36	36	42.5	42.5
min. / max. operating pressure	[bar]	2.5/8	2.5/8	4/6.5	4/6.5	4/6.5	4/6.5
Nominal operating pressure	[bar]	6	6	6	6	6	6
Closing- / opening time	[s]	0.04/0.04	0.04/0.04	0.03/0.05	0.03/0.05	0.05/0.03	0.05/0.03
Closing- / opening time only with spring	[s]			0.10	0.10	0.10	0.10
max. permitted finger length	[mm]	110	105	105	100	105	100
max. permitted weight per finger	[kg]	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
IP class		40	40	40	40	40	40
min. / max. ambient temperature	[°C]	5/90	5/90	5/90	5/90	5/90	5/90
Repeat accuracy	[mm]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Cleanroom class ISO 14644-1		5	5	5	5	5	5
Options and their characteristics							
Dust-tight version		37371101	37371151	37371401	37371451	37371461	37371471
IP class		64	64	64	64	64	64
Weight	[kg]	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Anti-corrosion version		38371101	38371151	38371401	38371451	38371461	38371471
High-temperature version		39371101	39371151	39371401	39371451	39371461	39371471
min. / max. ambient temperature	[°C]	5/130	5/130	5/130	5/130	5/130	5/130
Force intensified version		0372101	0372151	0372401		0372461	
Closing- / opening force	[N]	745/835	1550/1730	900/-		-/990	
Weight	[kg]	0.65	0.65	0.75		0.75	
Maximum pressure	[bar]	6	6	6		6	
max. permitted finger length	[mm]	100	80	80		80	
Precision version		0371123	0371173	0371423	0371438		

Taula 2.4. Característiques tècniques de la pinça de tres dits PGN+ de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Aquesta taula correspon a les característiques tècniques de la pinça PGN+ 80, tal i com s'ha vist anteriorment, però en aquesta ocasió s'hi inclouen a sota les opcions disponibles, i les seves característiques, que ofereix la pinça.

Existeix una pinça antipols, amb un nivell de IP 64, és a dir amb protecció completa al contacte i a la penetració de pols, i protecció també a aigua polvoritzada.

De la mateixa manera existeixen models aptes per ambients on la corrosió és una amenaça present, és a dir versions anticorrosives, i versions per a aplicacions on les temperatures són molt elevades, com per exemple en el sector de la forja.

Ja finalment existeixen dues versions més per a aplicacions molt específiques que requereixen característiques tècniques molt especials. La primera és la versió que intensifica la força de la pinça en tancar i obrir, i finalment existeix una versió que proporciona un millor nivell de precisió.

Vists els diferents models de cada pinça, amb les seves opcions, cal veure quins altres accessoris es poden afegir a les pinces per tal de millorar les seves característiques.

2.6.1. Canviadors ràpids de pinces.

A nivell d'automatització existeix un accessori que representa una solució molt òptima i que moltes empreses utilitzen. Aquesta solució és la d'oferir un sistema de canvi ràpid de pinça o d'eina per a un braç d'un robot.

Aquests sistemes es poden trobar tant d'accionament automàtic, com manual, i amb mides i passos de senyals molt variables, així com amb molts mòduls que se'ls hi poden afegir.



Fig. 2.18. Exemples de canviadors de pinces, a la dreta el model SWS automàtic i a l'esquerra el model HWS manual.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Aquesta solució aporta un avantatge molt important a nivell de temps d'operació de les màquines i els seus cicles de producció. Està format per una part K i una part A, la primera s'adjunta al braç del robot, i la segona a la pinça o eina corresponent.

2.6.2. Unitats compensadores.

Una altra unitat que fabrica SCHUNK és el de les unitats compensadores de posicionament.

Aquestes referències tenen la funció de corregir l'error de posicionament del robot permetent que la pinça no faci un sobre esforç agafant una peça que no està ben centrada.

Existeixen unitats compensadores que actuen en dos eixos del pla horitzontal, X i Y, actuadors que compensen l'eix Z i actuadors que ho fan en la totalitat dels eixos. Aquestes unitats tenen una utilitat molt apreciable en aplicacions on hi pot existir un offset en el posicionament, offset que la mateixa unitat compensa.

Tal i com es pot veure a les següents imatges, les diferents unitats compensadores que existeixen poden incorporar un retorn per molla automàtic que retorna la unitat al punt d'origen, o simplement bloquejar el moviment e la nova posició creant un altre punt de referència.

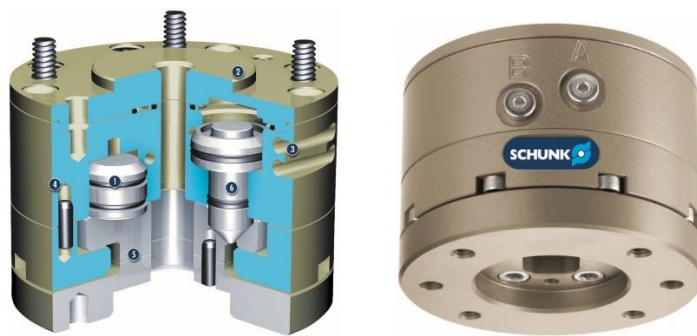


Fig. 2.19. Exemple de l'estructura i funcionament d'un compensador, el model AGE-XY de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

El model AGE-XY actua com bé indica el seu nom en el pla X-Y, no obstant no és la solució única que proporciona SCHUNK, com s'ha esmentat anteriorment.



Fig. 2.20. D'esquerra a dreta, AGE-Z 2, AGE-S i AGE-W.

Font: Pàgina Web de SCHUNK

La figura 2.20 incorpora tres tipologies més de compensadors. La primera unitat és un compensador que actua en l'eix Z, mentre que l'AGE-S, és una unitat compensadora que pot

actuar en tots els eixos XYZ. Finalment el model negre, l'AGE-W, és un model de compensador angular, una aplicació també molt recomanable en aplicacions de pick & place d'objectes petits que poden estar orientats de qualsevol manera.

2.6.3. Unitats anticol·lisió.

Una altra referència que aporta un grau elevat de control és la unitat que detecta col·lisions, aquesta unitat serveix per crear una aturada en el robot aportant-li la sensibilitat de saber quan hi ha hagut un contacte d'una força específica que podria haver trencat la peça o haver causat algun problema en l'aplicació en sí. Existeixen dues modalitats d'unitats d'anticol·lisió, les de rearmament automàtic i les de rearmament manual, que tal i com indica el seu nom, una requereix de l'acció de l'operari en el producte per tornar a posar la unitat anticol·lisionadora en el seu estat natural mentre que l'automàtica es rearma mitjançant una instrucció binària.

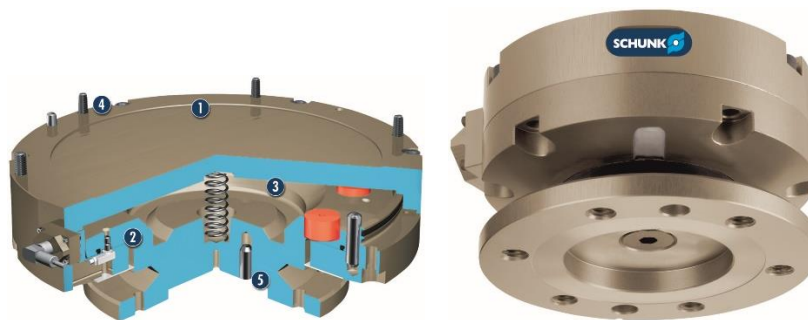


Fig. 2.21. Exemple de l'estructura i funcionament d'un anticol·lisionador, el model OPS de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

La figura 2.21 mostra el model amb rearmament manual que ofereix SCHUNK. El model amb reset automàtic és el model OPR. De cada model existeixen diferents mides, que ofereixen rangs diferents de forces i distàncies permeses.

2.6.4. Sensors de força

Una altre unitat que s'empra en diverses aplicacions on es requereix un nivell d'informació instantani molt elevat és el sensor de força. Aquest mitjançant galgues i una placa d'electrònica retorna els valors de forces als que està sotmesa la pinça i consegüentment la peça a manipular. Els sensors de força tenen la versatilitat d'actuar com una unitat anticol·lisionadora, tot i que la seva funció principal és la de monitorització de dades.



Fig. 2.22. Exemple de l'estructura i funcionament d'un sensor de força, el model FT de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.6.5. Unitats de transferència de passos pneumàtics i elèctrics.

Existeix un producte per solucionar un problema molt comú entre aplicacions que empen robots amb pinces de gir infinit. El problema és que el cablejat tant elèctric com pneumàtic, s'enreda pel simple fet de girar. Aquest producte és el DDF 2 i té la funció d'evitar aquestes situacions, facilitant la rotació de l'eix de robot a més de 360°, sense necessitat de mànegues i cables de torsió al voltant de l'eix. Un anell envolta l'eix, que està connectat a una part no giratòria del robot a través d'un suport. En aquesta part del robot és on s'hi acumula aire a pressió per tal de subministrar l'aire pneumàtic. No deixa de ser una junta tòrica rotatòria.

Un anell de lliscament integrat transmet senyals elèctrics des de l'allotjament fix fins a l'eix de rotació, habilitant tant l'alimentació de senyals elèctrics com fins a quatre línies pneumàtiques.

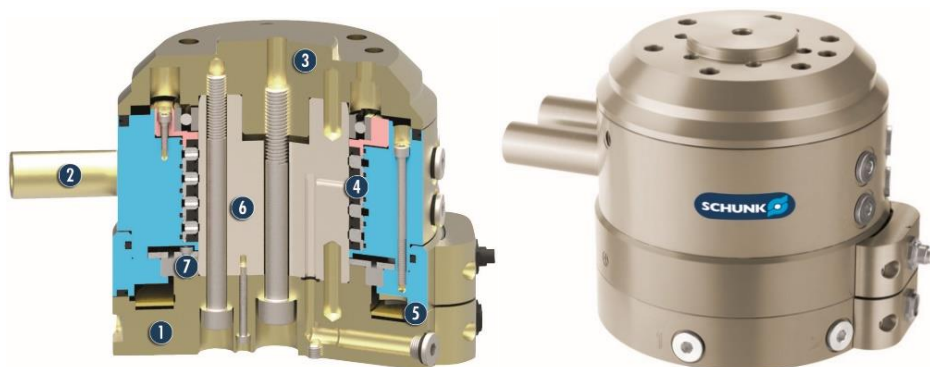


Fig. 2.23. Exemple de l'estructura i funcionament del DDF 2 de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.6.6. Accessoris per al control de posició i mesura de senyals elèctrics.

Dins de l'última gamma d'accessoris per als sistemes de subjecció, es troben tots els productes referents al control de posició i d'actuació.

Aquesta gamma es basa en sensòrica inductiva i magnètica.

Existeixen els sensors inductius, sensors de proximitat que detecten parts metàl·liques que alteren el camp magnètic produït per el mateix sensor, i els sensors magnètics que també són detectors de proximitat, amb un abast més ampli que els inductius i que es distingeixen per no requerir el contacte quasi directe que requereix el sensor inductiu.

El sensor magnètic té, doncs, més versatilitat i, a més a més, SCHUNK ofereix la possibilitat de ser programable. Això vol dir que, mentre que un sensor normal detecta una posició específica, el programable pot detectar dues posicions, estalviant d'aquesta manera un sensor si es requereix detectar dues posicions.



Fig. 2.24. Exemples de detectors. D'esquerra a dreta, detector inductiu IN, detector magnètic MMS i detector magnètic programable MMS-P, tots referències SCHUNK.

Font: Pàgina web SCHUNK

2.6.7. Accessoris per al control de sortides de senyals pneumàtics.

En la gamma de control d'actuadors es troben les microvàlvules d'accionament ràpid 3/2 que serveixen per a tenir un control total del subministrament d'aire a les unitats pneumàtiques.

Aquestes accionen al costat dels ports d'entrada pneumàtics de la unitat l'aire, aportant l'avantatge energètic i la rapidesa d'accionament corresponent, ja que no cal subministrar contínuament l'aire des del compressor o des de l'electrovàlvula tradicional sinó que l'aire ja està a l'entrada de l'electrovàlvula, a centímetres del cilindre que requereix l'accionament

pneumàtic. Això a part de l'estalvi energètic que suposa, aporta també una rapidesa incomparable en l'accionament. Es tracta de les electrovàlvules d'accionament ràpid més ràpides del mercat.

La composició d'aquests actuadors és simple i sofisticada al mateix temps. Primerament es troba la part que es connecta al port d'entrada i per on es subministra l'aire comprimit.

Adjacent a continuació hi ha una molla que quan se li adjunta senyal elèctric continu a 24 V, es retreu obrint pas a l'aire que reté a l'entrada de l'electrovàlvula. Aquest senyal elèctric es dona mitjançant el tercer component que es el que es monitoritza com a una sortida digital connectant-se a un simple distribuïdor de sortides i entrades digitals.



Fig. 2.25. Figura de l'electrovàlvula AMB-MV25-M8 de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.6.8. Distribuïdor de senyals d'entrada i sortida.

El seguiment de les diferents senyals que es poden crear a partir dels accessoris que s'han vist en els capítols anteriors han de ser tractats i convertits en entrades i sortides digitals.

SCHUNK ofereix la possibilitat de fer el *monitoring, regulating and measuring*, és a dir el seguiment, regulació i mesurament d'aquests senyals mitjançant un distribuïdor.

Aquest distribuïdor, pot ser per al tractament d'entre 2 i 8 senyals, amb les possibilitats constructives d'escollir un distribuïdor amb 2, 4 o 8 inputs.



Fig. 2.26. Distribuïdor de SCHUNK V4-M8.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

L'avantatge d'aquest distribuïdor es que és bidireccional, és a dir que pot fer el monitoratge d'entrades i de sortides al mateix temps, i per tant amb un únic element es poden controlar elements d'actuació, com de regulació i de sensòrica, com per exemple electrovàlvules i sensors magnètics, respectivament.

2.7. Actuadors per als sistemes de subjecció.

Els robots a vegades no tenen l'accessibilitat ni els graus de llibertat necessaris per fer totes les aplicacions desitjades. I, molts cops augmentar els graus de llibertat d'un robot resulta costós i poc eficaç.

Una bona alternativa per aquestes ocasions és afegir els graus de llibertat necessaris a l'eina en qüestió. En aquest apartat es veuran els diferents actuadors que SCHUNK ofereix per a resoldre aquestes situacions.

2.7.1. Actuadors de gir.

Moltes aplicacions desenvolupen una feina que requereix un gir incorporat. Aquest gir, no sempre el pot desenvolupar el robot, i si ho pot fer, sempre serà molt més lent fer girar tot el braç del robot, que no pas fer girar únicament l'extrem amb l'eina adjuntada.

Existeixen doncs girs pneumàtics i elèctrics que s'adjunten entre el robot i la pinça per tal d'oferir aquesta capacitat.

SCHUNK separa els girs segons els graus que pot realitzar, menys de 360 o més i dins la gamma de girs per sota de la volta completa distingim els següents que són els més destacats: el gir SRM, el SRU-mini i el SRU+.

Començant per el SRM, un gir apte per a aplicacions amb cicles de treball molt exigents que poden requerir posicionat als 90° o als 180°, i que disposa d'un forat al centre per a poder fer-hi passar el cablejat.



Fig. 2.27. Exemple de l'estructura i funcionament del gir SRM de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Seguidament es pot veure el model SRU mini, que no deixa de ser de la sèrie SRU+ però de la gamma de mides petites. Aquest model de gir també pot fer girs ajustables de 90° o bé 180°, però en aquest cas l'avantatge que proporciona respecte el model anterior, és que es pot ajustar el posicionament final, variant-lo d'entre +3° i -90°.



Fig. 2.28. Exemple de l'estructura i funcionament del gir SRU mini de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Aquest ajustament es fa simplement fent més llarga o més curta la carrera dels pistons cremallera que proporcionen el gir, tal i com es pot veure a la figura 2.26. Els cargols que sobresurten per un extrem es poden fer entrar o fer sortir per tal de modificar el rang de gir de la unitat, assolint els valors indicats anteriorment.

De la mateixa gamma que el model SRU mini, es troba el model més gran SRU+ que a part de tenir unes majors dimensions però unes característiques similars al seu germà petit, proporciona més possibilitats d'ajustament del posicionament, podent-lo fer variar entre $+3^{\circ}/-3^{\circ}$ o $+3^{\circ}/-90^{\circ}$, afegint una extensió al seu capçal. Així mateix, també incorpora la possibilitat de passar senyals elèctrics per a les pinces que es puguin adjuntar al seu inferior. També presenta una diferència a nivell del control de posició respecte al seu homòleg més petit, que és que mentre que la versió mini només pot incorporar detectors magnètics, aquesta versió pot incorporar sensor inductius.



Fig. 2.29. Exemple de l'estructura i funcionament del gir SRU plus de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.7.2. Actuadors de posicionament lineal.

Existeixen tanmateix un altre tipus d'actuadors, emprats en diversos camps de la producció de forces sectors, i aquest són els actuadors de posicionament lineal. Aquests actuadors són els que posicionen eixos tant verticals com horitzontals en aplicacions d'assemblatge de pick & place, entre d'altres. Aquests actuadors es fonamenten de dues parts, les guies o cargols per on es mou l'eix, i el carro que transporta l'utensili a fer operar.

Existeixen diferents possibilitats d'accionar els sistemes, en format d'aire comprimit o pneumàtic, o bé mitjançant inputs elèctrics. Així com la transmissió del moviment, que també pot ser de diverses modalitats, com ara són els motors lineals, a través també de cargols sense fi o bé mitjançant sistemes de corretges.

Els eixos electromagnètics funcionen a través del mateix principi dels motors lineals. L'accionament elèctric consta d'una part primària (bobina del motor) i una part secundària (imants permanents). A l'interior del controlador, la fase i l'amplitud del corrent elèctric aplicat es controlen, determinant d'aquesta manera la direcció del moviment i la força aplicada. Finalment el perfil, que està equipat amb imants, és el que acaba proporcionant el moviment del carro per les guies o rodaments. El sistema de frenada pot ser mecànic o elèctric, en el cas de ser mecànic és d'actuació pneumàtica, entrant en frenada quan el mecanisme deixa de rebre flux d'aire comprimit, tal i com es pot veure a la figura 2.29.

Finalment empra un controlador Bosch Rexroth integrat que determina amb el sistema de posicionament segons un *encoder* al perfil magnètic, el posicionat de l'eix amb una alta precisió.



Fig. 2.30. Exemple de l'estructura i funcionament de l'eix lineal LDN de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

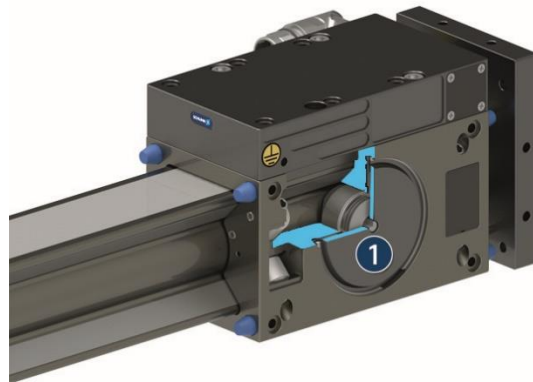


Fig. 2.31. Estructura i funcionament del fre mecànic d'un eix lineal SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK

Els eixos d'accionament amb cargol sense fi, tenen un funcionament més simple. No obstant, això no limita el seu camp d'aplicació ja que també s'empren en aplicacions que requereixen alta precisió i altes forces de moviment.

El gir del cargol sense fi s'ajusta a un cert moviment lineal del carro al que va associat, a través d'un suport amb boles que fan de rodaments. També es poden trobar en la configuració d'una cinta que substitueix el cargol per a transmetre el moviment. A continuació es pot veure un exemple d'eix que es pot configurar en els dos sistemes de transmissió del moviment.



Fig. 2.32. Exemple de l'estructura i funcionament de l'eix Alpha de SCHUNK, en configuració de cargol sense fi.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Aquests són els tipus d'eixos elèctrics que SCHUNK ofereix, però la gamma de moviment lineal incorpora també solucions pneumàtiques per a demandes a aplicacions que requereixen aquests tipus d'accionament.

Els eixos pneumàtics es distingeixen entre sí, pel fet d'incorporar plançó o no incorporar-lo, la vara mecànica que transmet el moviment del pistó.

La gamma de l'eix PMP, és l'única referència d'eix d'accionament amb cilindre pneumàtic però sense plançó. El carro d'eixos és accionat per un cilindre pneumàtic sense plançó i guies de carril perfilades que proporcionen un moviment lineal amb alta precisió.



Fig. 2.33. Exemple de l'estructura i funcionament de l'eix PMP de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Aquest eix és recomanable en aplicacions robustes, econòmiques i amb carreres llargues, en ambients que poden arribar a estar contaminats de pols emprant la configuració "*below option*".

Les referències que incorporen plançó, que són més emprades, tenen més opcions i consegüentment existeixen més gammes de productes amb aquesta configuració.

Aquesta tipologia d'eixos són emprats en aplicacions de molta alta precisió com són projectes de mesura, bancades de proves o per assemblatge de peces delicades.

Són eixos robustos que es poden configurar per a actuar horitzontalment i verticalment, però que no es recomana d'usar en ambients poc nets.



Fig. 2.34. Exemple de l'estructura i funcionament de l'eix LM de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.8. SCHUNK GmbH & Co. KG

Al llarg del treball es parla dels productes que ofereix SCHUNK, però resulta interessant també indagar en el que és l'empresa i a on es pot ubicar.

SCHUNK GmbH & Co KG és una empresa de fabricació multinacional [4], assentada principalment a Alemanya i als Estats Units. La companyia opera a tot el món a través més de 50 països amb filials de propietat total, incloent quatre plantes de producció a Alemanya, als EUA, a Suïssa i a Itàlia, així com socis de distribució a tot el món.

SCHUNK GmbH & Co KG de Lauffen / Neckar és una empresa familiar alemanya i agent global en un. L'empresa va ser fundada el 1945 per Friedrich Schunk com un taller mecànic i s'ha desenvolupat sota la direcció de Heinz-Dieter Schunk convertint-se en un líder de la competència i el mercat mundial en sistemes i tecnologies de subjecció. En l'actualitat, l'empresa està dirigida pels germans, nets de la primera generació, Henrik A. Schunk i Kristina I. Schunk.



Fig. 2.35. Logotip de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK

Més de 2.700 empleats en 9 plantes i 33 filials directes i socis de distribució en més de 50 països de tot el món asseguren una presència intensa al mercat. Amb 11.000 components estandarditzats, SCHUNK ofereix la major varietat del món en “*gripping and clamping technologies*”.

Ofereix més de 2.550 models de pinces, convertint-se així en el distribuïdor amb la major gamma de productes de pinces estàndard.

Els principals clients són les empreses que fabriquen amb processos de tall de metall de muntatge, manipulació, i la base de clients de la que disposa inclou marques de renom dins de l'enginyeria mecànica, robòtica, la tecnologia de l'automatització i conjunt de manipulació, així com totes les marques d'automòbils de renom i els seus proveïdors.

Des del 2012, el porter Jens Lehmann ha actuat com a ambaixador de la marca representant els principis i fonaments que vol transmetre l'equip de SCHUNK.



Fig. 2.36. Imatge corporativa de SCHUNK, el porter alemany Jens Lehmann

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.8.1. Categories de producte SCHUNK.

L'empresa alemanya presenta un catàleg de productes ordenats per categories, no obstant aquestes categories es poden englobar en dos gammes diferenciades: la gamma referent a aplicacions de màquina – eina (en anglès *tooling*), i la part referent a automatització.

- Categoria 1 (KT 1): Mordaces per a plats de torn.
- Categoria 2 (KT 2): Portaeines.
- Categoria 3 (KT 3): Automatització
- Categoria 4 (KT 4): Sistemes estacionaris.
- Categoria 5 (KT 5): Solucions.
- Categoria 8 (KT 8): Plats per a torn.¹

Aquestes sis categories es veuen classificades en les referències de cada producte. Si es tracta d'una referència estàndard del catàleg es llegirà un 0 seguit del número corresponent a la categoria del producte més cinc números més; com per exemple la referència d'un portaeines TENDO (Categoria 2) és: 0205892. Mentre que si és un producte amb una opció especial, o una fabricació especial tindrà set números igualment, però començant directament per el número de la categoria; com per exemple la versió per a altes temperatures de la MPG-plus 20-AS-V, que té com a referència 39305492.

¹ Cal notar que no existeix ni la categoria 6 ni la categoria 7 de productes.

2.9. CodeSys.

El terme CODESYS fa referència a un entorn de desenvolupament per a la programació d'aplicacions de control segons la norma industrial internacional IEC 61131-3.

CODESYS és desenvolupat i comercialitzat per la companyia de programari alemany 3S-Smart Software Solutions ubicada a la ciutat bavaresa de Kempten, i la versió 1.0 es va publicar el 1994.

La gràcia d'aquest entorn és que les llicències que empra són OpenSource, és a dir que les llicències de CODESYS són gratuïtes i es poden instal·lar legalment sense protecció contra còpia en altres llocs de treball.

Resulta ser una eina de programari que abasta diferents aspectes de la tecnologia d'automatització industrial amb una superfície i consegüentment ja fa anys que resulta interessant per a la indústria 4.0.

Els cinc llenguatges de programació per a la programació d'aplicacions definits a l'IEC 61131-3 estan disponibles a l'entorn de desenvolupament CODESYS.

- IL (llista d'instruccions) és un ensamblador com el llenguatge de programació (ara està obsolet però està disponible per a compatibilitat amb versions anteriors).
- ST (text estructurat) és similar a la programació en Pascal o C.
- LD (diagrama d'escala) permet al programador combinar pràcticament contactes de relé i bobines.
- FBD (diagrama de blocs de funcions) permet a l'usuari programar ràpidament expressions tant booleanes com analògiques.
- SFC (diagrama de funcions seqüencials) és convenient per a la programació de processos i fluxos seqüencials.

A més a més disposa d'un editor gràfic addicional disponible en CODESYS no definit a la norma IEC:

- CFC (diagrama de funcions contínues) és una espècie d'editor de FBD a mà alçada. A part de l'editor FBD orientat a la xarxa, on les connexions entre entrades, operadors

i sortides s'estableixen automàticament, el programador ha de dibuixar. Es poden col·locar lliurement totes les caixes que permeten programar bucles de realimentació sense variables provisionals.

Els compiladors integrats transformen el codi de l'aplicació creat per CODESYS en codi natiu de la màquina (codi binari) que després es descarrega al controlador. Les famílies més importants de CPU de 16 i 32 bits són compatibles, com C166, TriCore, 80x86, ARM / Cortex, Power Architecture, SH, MIPS, BlackFin i molt més.

Una vegada que CODESYS està en línia, ofereix una àmplia funcionalitat de depuració, com la monitorització / escriptura / forçament variable, establint punts d'interrupció o fent passos senzills o registrant valors variables en línia en el controlador en un amortidor d'anell (Traça de mostreig).

CODESYS V3.x està basat en l'anomenada Plataforma d'Automatització CODESYS, un fabricant de marcs d'automatització que els fabricants poden ampliar mitjançant els seus propis mòduls de connectors.

L'edició de CODESYS Professional Developer ofereix l'opció d'afegir components a l'eina que estan subjectes a llicències, p. Ex. compatibilitat UML integrada, connexió al sistema de control de versions de l'Apache Subversion, anàlisi de rendiment en temps d'execució en línia, anàlisi de codi estàtic del codi de l'aplicació o execució automatitzada de proves basada en scripts.

El Compositor d'Aplicacions de CODESYS serveix per a crear aplicacions mitjançant l'ús de mòduls existents. L'usuari compona, parametriza i connecta els mòduls requerits per formar una aplicació completa. Aquesta configuració no requereix coneixements de programació de PLC i, per tant, pot ser realitzada per tècnics sense experiència en programació. Els generadors interns creen aplicacions completes i ben estructurades IEC 61131-3 que inclouen mapes d'I / O i visualitzacions. Si bé el Compositor d'aplicacions requereix d'una llicència per desenvolupar i compondre mòduls, hi ha mòduls lliurement utilitzables que es poden emprar sense utilitzar llicència.

2.10. CodeSys en la robòtica Industrial.

La companyia austríaca KEBA ha creat un software per al control integral de sistemes de robots industrials que incorpora el CodeSys.

El software KeMotion [10] de KEBA resol la problemàtica de molts desenvolupadors ja que ofereix la possibilitat d'englobar en un sol controlador moltes variants i possibilitats de robots.

En el cas del present projecte, el conjunt d'eixos que formen el pòrtic cartesià RPU, funcionen amb un PLC de KEBA amb el software integrat, i un terminal mòbil [11].

El fet d'incorporar la tecnologia que aporta CodeSys li dóna una versatilitat i adaptabilitat que el fa ideal per a la programació per a gent sense experiència i que no requereix d'un domini molt alt de programació, ja que apart d'oferir la possibilitat de programar via les 5 modalitats anteriorment exposades, la programació a peu de maquinària és també molt còmode i ràpida.

KeMotion empra directament KAIRO [12], que és un llenguatge de programació dissenyat perquè els operadors de màquina s'implementin programes d'usuari. És un llenguatge que s'ha mantingut senzill deliberadament per fer que les seqüències de màquines de programació siguin fàcils, sense la necessitat de tenir una educació fonamental en enginyeria de programació. És doncs el llenguatge amb una Interface més còmode i fàcil de KeMotion.

2.11. Límits del projecte.

En aquest apartat es pretén explicar què és el que inclourà el projecte amb la finalitat d'assolir els objectius i complir amb les especificacions tècniques.

Primerament s'estudiaran les possibilitats que ofereix SCHUNK a nivell de productes per tal d'escollir amb quins es podria treballar. Seguidament es dissenyarà la peça a maniobrar amb la pinça i el robot cartesià, durant l'aplicació. Així mateix, es dissenyarà un suport fixe on adjuntar l'aplicació per a poder referenciar-la alhora de programar-ho. Una vegada feta la peça i un cop fixat el pes de la mateixa, es procedirà a fer la tria i dimensionament de les

pinces pneumàtiques i de l'actuador per a l'aplicació, així com el disseny i confecció dels dits per a la pinça.

Tanmateix caldrà realitzar el disseny i construcció de les plaques adaptatives per a poder acoblar la pinça amb l'actuador, i l'actuador amb el robot.

Un cop fet això, i amb les unitats muntades al robot, es realitzarà el disseny del cablejat de l'aire a pressió i es procedirà amb la programació de l'aplicació de mostra, així com la limitació de l'espai de treball del robot.

Una cop realitzada, es procedirà a fer una guia a mode de pràctica per als estudiants de robòtica del TecnoCampus en el que s'hi podrà llegir els passos per a la confecció de la mateixa aplicació.

En cap cas es farà una coberta per al robot a nivell de sistema de seguretat, ja que es limitarà el robot a velocitats molt baixes, i si es creu necessari, s'implementarà un sistema de detecció de presència per baixar la velocitat del robot, i tampoc es realitzarà un dispensador per a les peces de l'aplicació.

A mode de resum el present projecte abasteix:

- Disseny i confecció de la peça a maniobrar.
- Disseny i confecció del suport de l'aplicació.
- Dimensionament de la pinça i l'actuador.
- Compra de les referències corresponents.
- Disseny i confecció dels dits de la pinça.
- Disseny i confecció de les plaques adaptatives.
- Acoblament de les unitats al robot.
- Disseny i acoblament del cablejat pneumàtic.
- Programació de l'aplicació de mostra.
- Programació del sistema de seguretat
- Guia tutorial de la realització de l'aplicació.

Aquest és l'abast del projecte teòric, cal notar però la possibilitat de desviacions sorgides per imprevistos. En tot cas, s'acceptaran desviacions que no suposin un risc en quant a desviacions en la planificació i no modifiquin la data límit de culminació del projecte.

3. Objectius de detall i especificacions tècniques.

Per a poder extreure els objectius del present projecte de detall amb les especificacions tècniques associades s’ha realitzat un QFD (figura 3.1).

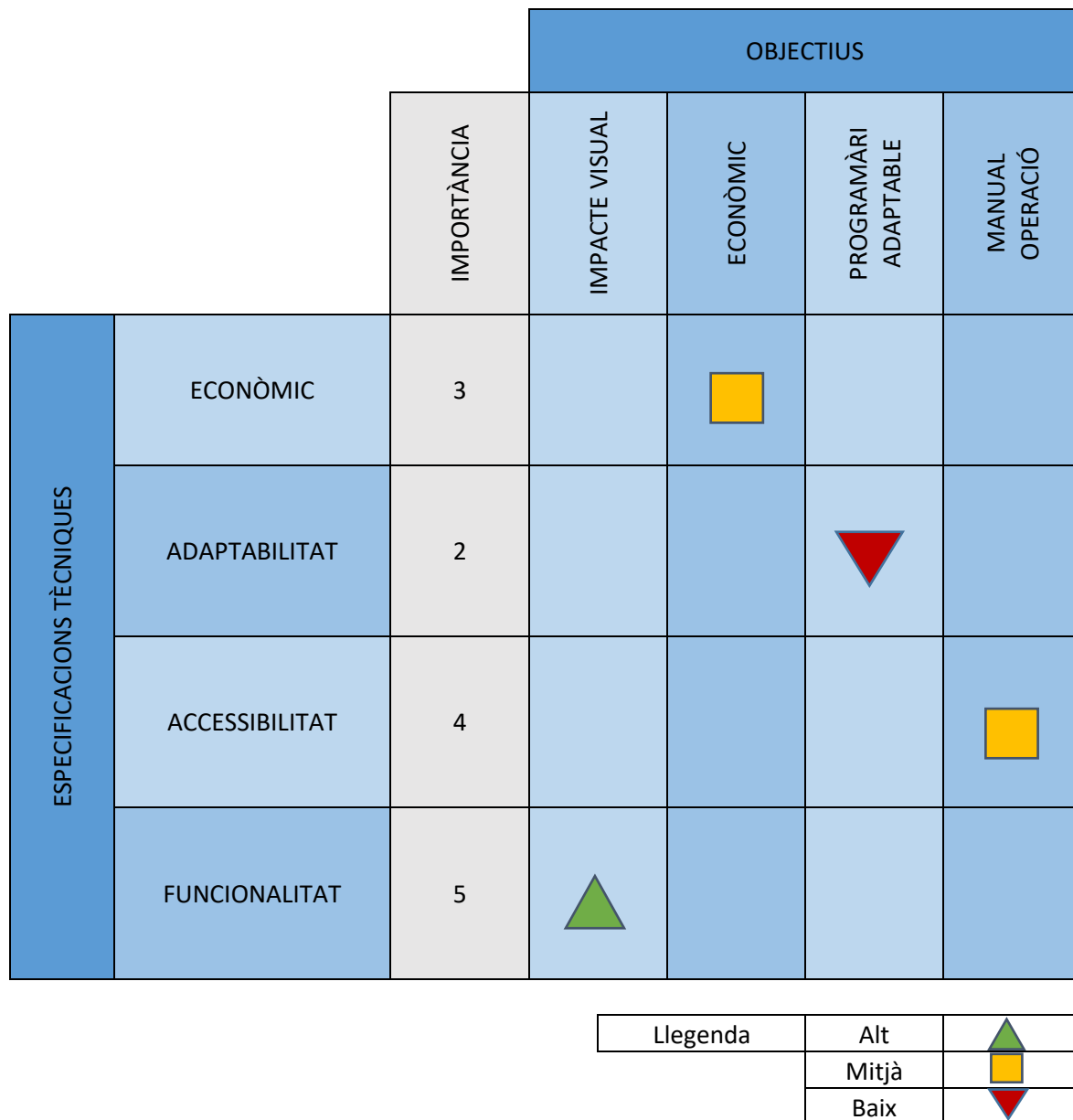


Fig. 3.1. Diagrama QFD per a relacionar objectius i especificacions tècniques.

Font: Pròpia

A partir del diagrama obtingut al realitzar la casa de valors, en el que es compren i es valoren els objectius i les especificacions tècniques, es procedeix a descriure tant els objectius dictaminats com les especificacions tècniques per a aconseguir-los.

- L'objectiu principal és l'implantació d'una pinça SCHUNK al sistema de multi eixos RPE del TecCenter amb un actuator que li doni més llibertat de moviments. Això s'aconseguirà aplicant una pinça paral·lela de doble efecte i un actuator de gir de 180°.

- Es dissenyarà una aplicació de màrqueting i demostració, que amb el fet d'emprar productes de la categoria d'automatització SCHUNK de tecnologia pneumàtica, aportarà al projecte la vessant visual requerida. Es limitarà el subministrament d'aire comprimit a la pinça al mínim requerit de 4 bars per tal de no malmetre la peça a maniobrar.

- Es realitzarà també la programació de l'aplicació de mostra utilitzant el controlador de KEBA, i el software KeStudio, amb el que es definiran els moviments del robot, l'espai de treball i les accions de la pinça i l'actuator.

- Un altre objectiu requerit pel client serà la confecció d'un manual d'operació per a que s'empri en futures pràctiques al TecnoCampus, emprant també el software KeStudio.

- Finalment es requerirà d'un sistema de seguretat per al robot, que es durà a terme mitjançant un sistema de detecció de presència que reduirà la velocitat dels eixos del cartesià en notar presència.

4. Marc conceptual.

La robòtica industrial està vivint en l'actualitat un època d'auge important, i representa sens dubte una aposta de futur per a moltes empreses de diversos sectors que, preocupats de quedar-se obsolets i sobrepassats per la competència, opta per automatitzar la seva empresa i dotar-la d'elements robòtics. Aquest punt d'inflexió que ha anat despuntant en la darrera dècada amb una augment notable en la demanda, ha donat com a resultat lògic un augment de la oferta amb l'aparició de diversos competidors. De tota manera no hi ha molts competidors en el sector que treballin de la mateixa manera, i cada empresa s'ha anat focalitzant en certs aspectes de la robòtica.

Aquesta especialització ha expandit encara més l'univers de la robòtica i ha anat a indústries i sectors que a priori ningú hauria predit que hi hagués la necessitat d'introduir-la.

En aquest cas el projecte es podria emmarcar en el sector del màrqueting industrial ja que es pretén crear una aplicació de mostra per exhibir alguns dels productes de la marca en un entorn de futurs enginyers, com és el fet d'estar al costat d'un centre universitari, i el fet tanmateix de coexistir en un parc empresarial dins de la mateixa universitat. Però aquest és un dels molts àmbits en els que es pot associar la robòtica o en la que és ja present a hores d'ara.

Les tendències, sembla ser que optaran ara per conduir la robòtica a adoptar un rol cooperatiu -és un fet que la robòtica col·laborativa és avui en dia en boca de moltes empreses i sector importants com el de l'automòbil- però la robòtica segueix demostrant que és molt flexible a la demanda del mercat, i ja han aparegut models de robots i d'accessoris que obren la porta a la dualitat i coexistència del que es pot anomenar com a tasques desenvolupades per humans i màquines en les empreses.

Existeix una certa recança a nivell d'opinió popular sobre el que resultarà la robòtica en relació a la oferta d'ocupació i és per això que sembla lògic que la robòtica parteixi ara de noves premisses que obrin la porta a treballar de la mà d'homes i dones en una mateixa línia de producció. De tota manera el que és una realitat és que la robòtica elevarà els requeriments formatius als sectors professionals a disposar d'uns coneixements més elevats, és a dir que

transformarà llocs de treball aplicant la necessitat de tenir certs nivells educatius per a poder realitzar feines que fins ara no les requerien.



Fig. 4.1. Exemple de pinça col·laborativa de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK

Tanmateix crearà feines vinculades a la de programació i creació de productes i, fins i tot objectes de feina com el present projecte, feines centrades en la creació d'aplicacions d'exposició per atreure als clients i a la vegada mostrar el producte.

A nivell empresarial, s'expandirà i obligarà a les empreses de sectors a hores d'ara molt llunyans al món de la robòtica a especialitzar-se emprant-la com a un actiu més dins de la seva oferta.

5. Paràmetres i dimensionament previ de l'aplicació.

En aquest cas, ja s'ha decidit que l'aplicació serà de caire demostratiu i que s'emprarà una pinça paral·lela i un actuator de gir. Aquestes unitat ja han tingut un primer dimensionament realitzat en el moment que s'ha fet el triatge de les unitat. Aquest dimensionament s'exposa a continuació.

La limitació principal ve dictada per la part que aguantarà la totalitat del pes de l'aplicació, que en aquest cas és el robot; en concret l'eix Z del robot cartesià RPE.

Segons el catàleg i el manual d'operació, el conjunt cartesià pot treballar amb càrregues útils no superiors a 20 kg, tal i com es pot veure a la figura 5.1.

Així doncs ja es té una primera limitació, cosa que obliga que el conjunt format pel gir pneumàtic i la pinça paral·lela, i les respectives plaques adaptadores, així com els dits no sobrepassin la càrrega útil que admet el robot.

Technical data

Description	Unit	RPE 200-...-...-...-
Sample order		RPE 200-X1000-Y1000-Z100-M
Useful load	[kg]	20
X-axis		
Useful stroke	[mm]	500, 800, 1000, 1200, 1500
Acceleration	[m/s ²]	5
Speed	[m/s]	1
Repeat accuracy	[mm]	+/- 0.08
Axis type		B 80-ZSS

Fig. 5.1. Fitxa tècnica del RPE amb la càrrega útil

El pes de l'aplicació queda repartit de forma alineada amb l'eix Z del robot cartesià, i per tant no cal calcular cap moment generat a l'extrem del robot. Seguidament, coneixent la limitació de pes de 20 kg s'ha de mirar quines combinacions de girs, i pinces s'adeqüen als límits determinats pel robot, i per tenir present que el robot mourà una peça i hi haurà dues plaques adaptadores d'alumini a l'aplicació, se li afegeix un marge de seguretat.

De totes maneres per a considerar quina referència s'escull de cada producte, no únicament s'ha de mirar que el pes de la unitat no sigui excessiu, sinó que hi ha una sèrie de condicions

més que s'han de complir. Primerament, s'ha de buscar que les pinces puguin agafar una peça que sigui suficientment gran com per a què la peça en qüestió es pugui veure des de certa distància.

Això es degut a que és una aplicació de mostra en la que l'impacte visual, com s'ha determinat amb les especificacions tècniques és l'objectiu més rellevant.

Al mateix temps s'ha de determinar un gir que compleixi la funció desitjada de girar 180°, pugui passar dos senyals pneumàtics per a l'accionament de la pinça que anirà adjunta seguidament, i el pas també de com a mínim 2 senyals elèctrics pels detectors magnètics.

És a dir que tot aquest plec de condicions tècniques han de ser acordades segons els requeriments de pes que té el robot i les possibilitats de pinces existents, en quant a pes es tracte.

Primerament es defineix quina hauria de ser la carrera mínima de la pinça per a poder agafar un objecte suficientment gros com per a què existeixi l'impacte visual desitjat.

La carrera és la distància que recorren els dits quan aquests estan tancats i passen a oberts, o a l'inrevés, no obstant la mida de la pinça també implica un major separació dels dits i la consegüent possibilitat d'agafar peces sense haver de fer uns dits que sobresurtin els límits de la referència.

S'observa que la pinça PGN-plus 80-1, amb una carrera de 8 mm, però amb una distància entre dits de uns 50 mm, es creu adient per a fer-la servir.

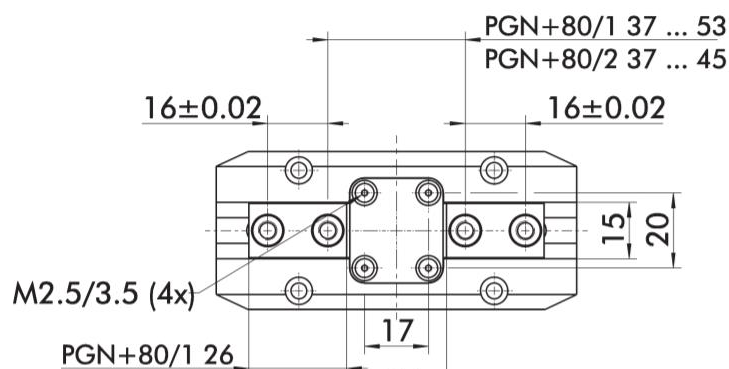


Fig. 5.2. Alçat de la PGN-plus 80 en la que es veu la quota entre les dues carreres.

Un cop se sap quina pinça es farà servir, ja se sap quin pes haurà de suportar el gir. Aquesta referència pesa 0,5 kg, però a això se li ha de sumar el pes dels dits que no serà superior als 200 grams, i també se li ha de sumar la placa adaptadora.

Aquesta tindrà un pes màxim de 1 kg. Consegüentment la totalitat de pes que haurà de suportar el gir serà d'aproximadament 1,7 kg, o el que es mateix, una força axial en l'eix Z de 16,66 N.

A partir d'aquesta dada, es podria obtenir un gir petit que suportés aquesta força axial, no obstant cal tenir en compte també que és un projecte que podria ser ampliat afegint algun altre accessori entremig, com per exemple un sistema de canvi ràpid automàtic.

Tanmateix s'ha de tenir en compte els requeriments de pas de senyal elèctric i pneumàtic que no es troba en els models mini.

Es busca doncs el primer model del gamma de girs SRU-plus, amb aquestes especificacions tècniques i es troba el gir SRU-plus 20-W-180-3-4-M8, que admet una força axial de 800 N en l'eix Z i que per tant deixa molt de marge a l'aplicació. El pes d'aquesta unitat és de 2,05 kg, i comporta que l'aplicació no sobrepassi en termes de dimensionament els límits establerts pel fabricant.

El pes del gir (2,05 kg) i el pes de la pinça (0,5 kg) és tan sols del 12,25 % del pes útil total capaç de maniobrar el pòrtic, i si a això li sumem les dues plaques adaptadores (2 kg) i els dits (0,200 kg) ens trobem en que estem tan sols al 23,75 % del pes útil total donant d'aquesta manera molt de marge al pes restant del sumatori de futures referències i les seves plaques.

Un cop realitzat aquest primer dimensionament ja e pot procedir a fer un disseny de les parts restants que componen l'aplicació: les peces a maniobrar , els dits de la pinça i les plaques intermèdies per amarrar-ho tot al robot.

6. Disseny de l'aplicació.

Partint de les unitats que s'han escollit en el primer triatge ja es pot exposar quina serà la idea de l'aplicació que es pot desenvolupar amb aquests productes i les seves especificacions tècniques.

El principi fonamental de l'aplicació rau com és evident en la subjecció d'una peça mitjançant una pinça paral·lela, que pot ser girada en 180°. Tot això amb la possibilitat de crear moviment mitjançant el robot en tot l'espai cúbic que crea el cartesià.

Sense oblidar que és una aplicació de màrqueting per a la marca SCHUNK, i que es busca un cert impacte visual, es limita l'aplicació a maniobrar una sèrie de cubs que tinguin el nom de la marca SCHUNK i el logotip en una cara, i alguna altre referència a la marca a les cares oposades.

S'opta doncs, per a fer gala de la marca SCHUNK en una cara i en l'altre, s'escriu el nom del producte icònic de l'empresa, la pinça paral·lela que s'utilitza en la mateixa aplicació, la PGN-plus.

6.1. Disseny de les peces a maniobrar

Partint del primer dimensionament de l'aplicació, s'ha de partir d'un disseny de peça a maniobrar. El disseny dels cubs ha de ser adequat amb la mida de la pinça ja que si són massa petits, els cubs no es veuran correctament i desapareixerà l'impacte visual buscat, però tampoc han de ser massa grans ja que es busca una certa uniformitat en quant al perfil de l'aplicació, i la idea principal és que els dits de la pinça no sobrepassin la seva carcassa.

Sabent que la PGN+ té una separació entre els dos forats per adjuntar els dits de 53 mm es creu que un bon amidament per al cub és que aquest faci 50 mm de costat.

Es decideix que es necessiten 7 cubs per a poder compondre la paraula "SCHUNK" i el logotip, de manera que a cada cub hi vagi només una lletra o el logotip, tal i com es pot veure a la figura 6.1.



Fig. 6.1. Perspectiva cabellera dels 7 daus per davant i per darrere.²

Font: Pròpia

Seguidament, es requereix determinar de quin material s'han de fer els cubs de manera que la pressió exercida per el dits no els malmetin. Els cubs han de ser massissos i podrien fer-se o bé de fusta o bé d'alumini, ja que algun altre material comportaria un pes major.

Per motius econòmics s'opta per la fusta ja que en cas de voler substituir-ne algun resultaria més econòmic i menys complicat. La confecció dels cubs es subcontracta a l'empresa que acostuma a desenvolupar els dissenys corporatius per motius evidents, no obstant s'indica com han de ser mitjançant un document que es pot veure en els Annexos de la memòria-annex 2. Serà una retolació mitjançant vinil (figura 6.2).

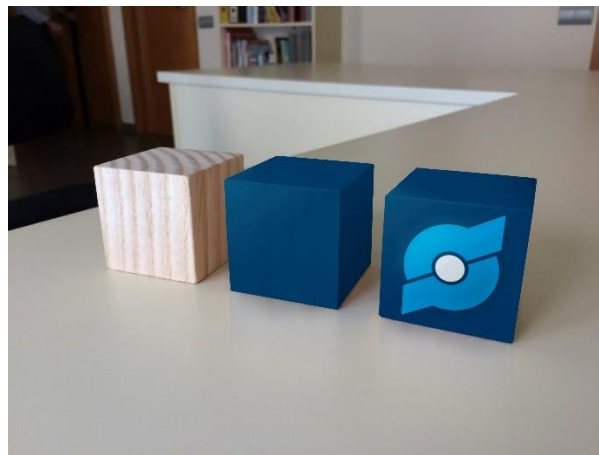


Fig. 6.2. Visualització d'un cub acabat amb el logotip de SCHUNK en vinil.

Font: Creatib

² Noti's que la primera fila correspon a daus diferents mentre que la segona és la cara oposada del daus de la primera fila.

6.2. Disseny dels dits de la pinça.

En aquest apartat es mostra com es realitza el disseny dels dits que tindrà la pinça PGN+ 80-1. Aquest es realitzen mitjançant l'aplicatiu de SCHUNK e-gripper, en el que entrant-hi una sèrie de paràmetres, et pots dissenyar segons convingui els dits per una pinça SCHUNK.

Primerament la intenció era dissenyar els dits mitjançant algun software de dibuix en 3 dimensions i fer-los mecanitzant un bloc d'alumini i afegir-hi un element que eviti malmetre els cubs de fusta, però surt la opció de fer uns dits de Nylon 12, un material amb unes característiques perfectes per a no malmetre la fusta.

Per a realitzar aquest disseny cal crear-se un compte al web de www.egrip.schunk.com, i un cop fet això accedir-hi.

Cal penjar la peça que s'agafarà en format STEP i indicar el seu pes a la pestanya *specifications*.

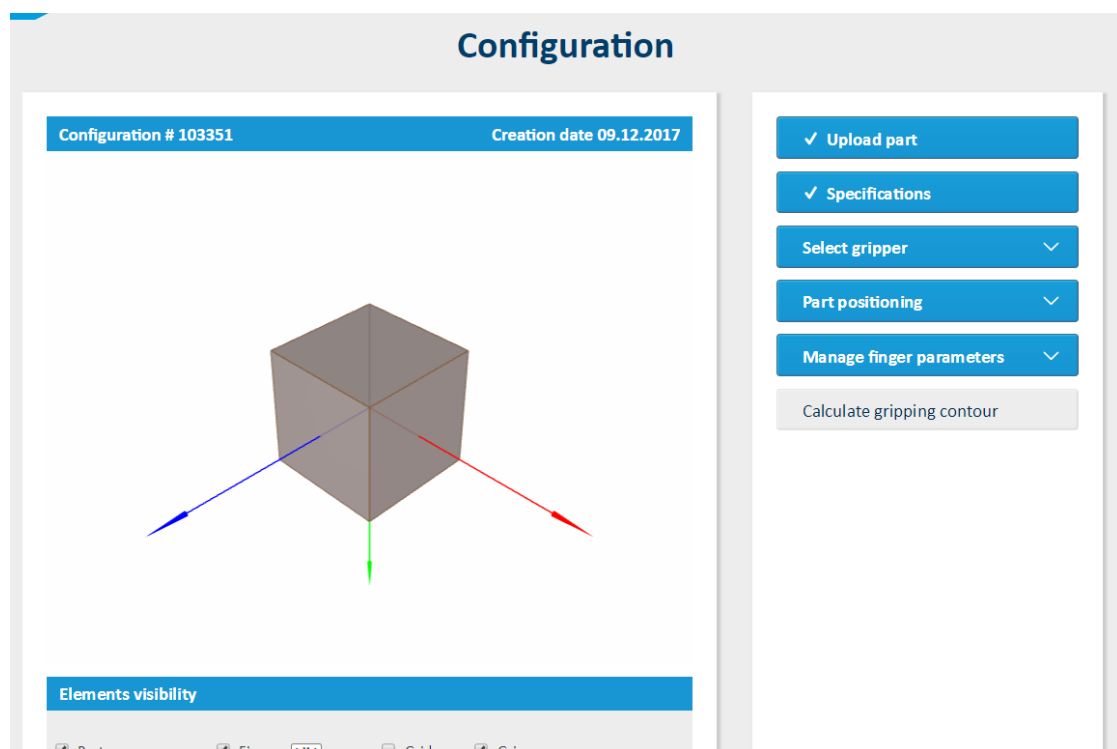


Fig. 6.3. Captura pantalla de la configuració dels dits mitjançant eGrip.

Font: Pàgina web de eGRIP de SCHUNK.

Seguidament cal seleccionar la pinça a la que aniran adjunts els dits, en aquest cas la PGN+ 80-1, i ja es pot fer el posicionament de com es vol que s'agafi la peça, mitjançant el visualitzador que proporciona el mateix aplicatiu.

Un cop definits els paràmetres que demanen (figura 6.4), com el material dels dits i les seves dimensions, ja es pot procedir a demanar que es facin els dits i que els enviïn allà on ho demanes. El clar avantatge en aquest sentit va ser que SCHUNK va proporcionar un val per a poder obtenir els dits sense cap cost.

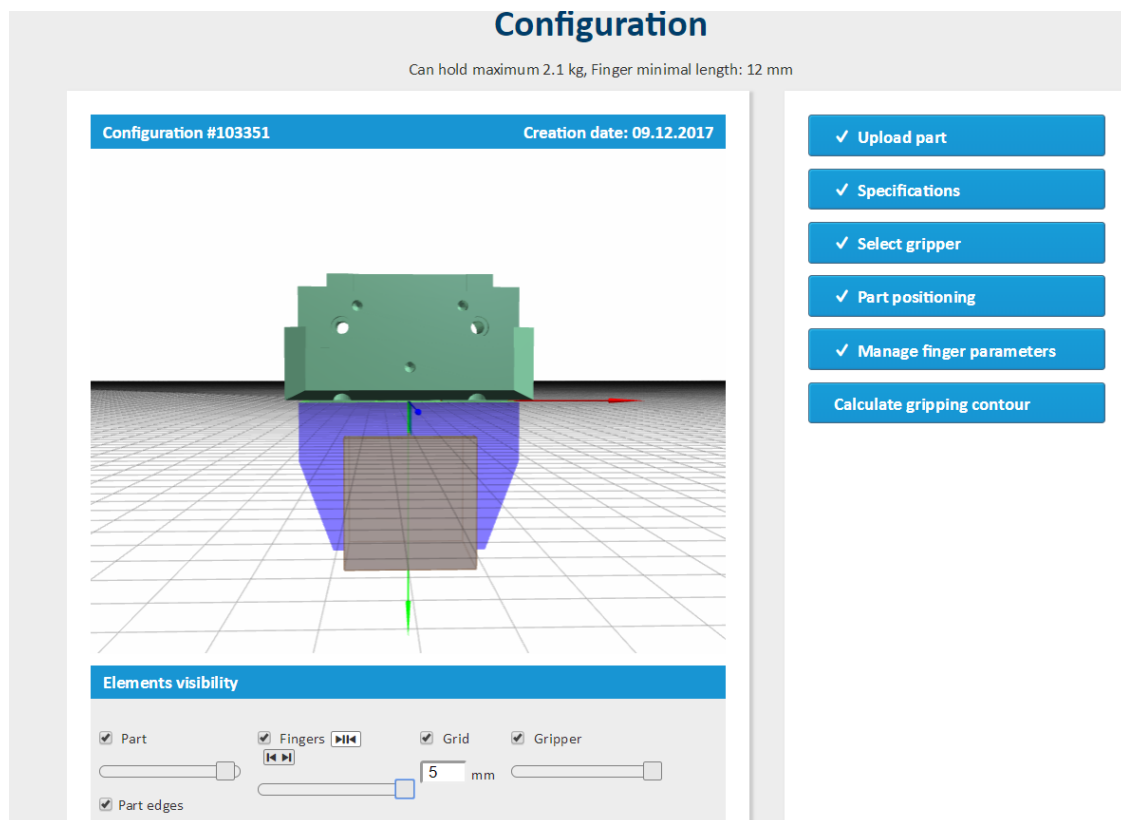


Fig. 6.4. Captura pantalla de la configuració dels dits mitjançant eGrip.

Font: Pàgina web de eGRIP de SCHUNK.

Un altre avantatge que dóna aquest aplicatiu és que et calcula quin pes màxim et suporta aquest disseny de dits, en aquest cas de 2,1 kg.

També cal remarcar que el software et proporciona un model 3D dels dits, però que no es pot veure en el volum de plànols, ja que és un format

Un cop s'ha definit el disseny dels dits i enviat la comanda ja es pot procedir a realitzar el disseny de les plaques intermèdies.

Mentre es realitza aquesta part del projecte apareix una desviació important respecte l'avantprojecte, ocasionada a partir de la creació i disseny dels dits, ja que primerament s'havia proposat que la pinça fos amb accionament pneumàtic d'efecte simple i retorn amb molla, no obstant existeix una limitació en el software impeding crear uns dits per a un peça major a 45 mm. Aquesta limitació s'origina degut a que la força de tancament que crea la molla sumada a la pressió pneumàtica seria excessiva passats el 45 mm.

L'explicació a aquest fenomen es troba en la llei que Robert Hooke va exposar el 1660, i que explica que en la mecànica dels sòlids quan un element és sotmès a una força de tracció externa, es deforma en proporció directa entre la força aplicada i l'allargament.

La coneguda com a llei de Hooke, és la relació entre les forces externes sobre un sòlid elàstic amb les deformacions que experimenta el sòlid. Com més grans són les forces aplicades sobre el sòlid, més grans són les deformacions provocades i, a més, són proporcionals. Això es pot extrapolar a l'aplicació ja que com s'ha dit, l'experiència en aquest cas del software, diu que si a la pinça se li programa un recorregut superior als 45 mm, com seria el cas d'agafar un cub de 50 mm, la força resultant contrària sobre el cub seria excessiva i podria comportar ruptures tant en la peça com en el model d'aquesta pinça.

És per això que a partir d'aquest fet s'opta per treure l'opció d'emprar una pinça amb retorn per molla i es fa servir una unitat de doble efecte pneumàtic. L'avantatge que aportava l'opció amb molla és que en cas de que el subministrament d'aire comprimit es parés o fallés l'accionament de la molla impediria que la peça caigués.

6.3. Disseny placa adaptadora entre el robot i la unitat de gir.

Com s'ha esmentat anteriorment, les diferents unitats que componen l'aplicació han d'anar unides mitjançant l'ús de plaques intermèdies. Primerament es veurà el disseny de la placa que uneix la unitat de gir amb l'eix Z del robot cartesià.

Aquesta placa per tal de fer-la el més lleugera possible es dissenya amb alumini. Serà una peça composta de varies plaques d'alumini, dues en angle recte que aniran unides mitjançant dues plaques laterals triangulars.

Tal i com es pot veure en el volum de plànols la placa adaptadora que uneix el conjunt de l'aplicació s'emmotlla al braç del robot utilitzant 4 femelles T-SLOT que mitjançant un cargol a través de la placa en el pla vertical aguanten la placa al robot.

En el següent llistat es pot veure els components que formen la placa:

- 4 cargols M5 x 20 mm
- 8 cargols M5 x 14 mm
- 2 cargols M8 x 70 mm
- 2 cargols M5 x 25 mm
- 2 passadors M6 x 26 mm
- 4 RM 4 M5 Nutensteine de HSB
- Placa eix horitzontal: 20 x 81,50 x 75
- Placa eix vertical: 80 x 82 x 12
- 2 plaques triangulars: 75 x 79 costat

Mitjançant el programa FreeCad [12] es realitza el disseny de la construcció de la placa adaptadora i es subcontracta la mecanització de la mateixa a SCHUNK.

A la part inferior s'hi adjuntaran el dos cargols de mètrica 8 que subjectaran el gir, i en el pla vertical els 4 cargols que aguantaran la placa fixa a l'eix Z del robot cartesià.

Per poder entrar les femelles RM 4 M5 de HSB, s'ha de retirar la placa inferior del robot cartesià. Això requerirà retirar solament els cargols de M10 que hi ha a les cantonades d'aquesta placa, i els dos cargols M4 que subjecten la banda elàstica que cobreix el cargol sense fi del robot.

Un cop es retira aquestes unitats ja es poden introduir les 4 femelles i tornar a cobrir la placa.

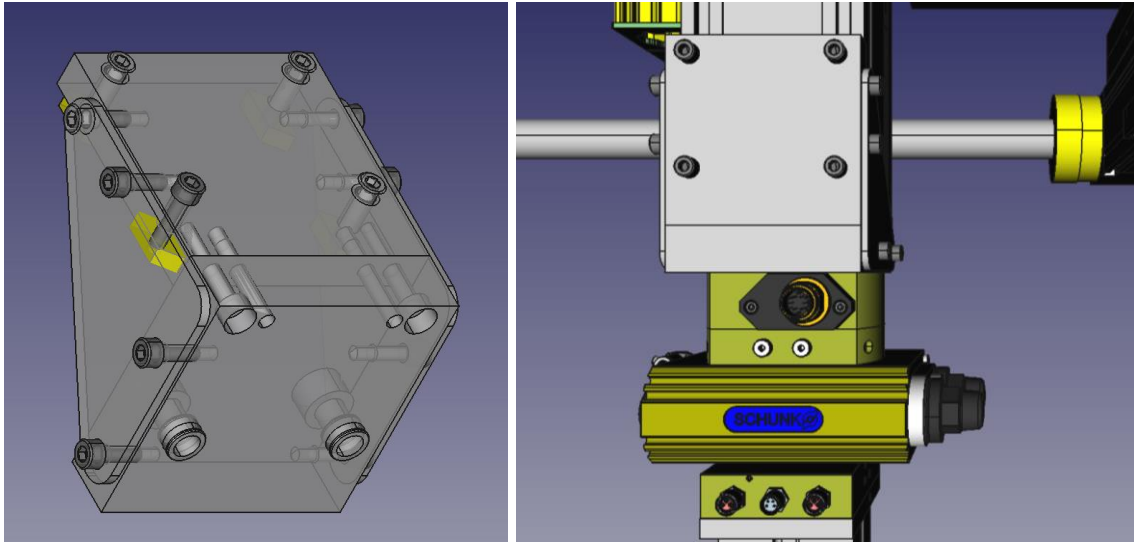


Fig. 6.5. Perspectives de la placa robot-gir en el programa FreeCad.

Font: FreeCad

6.4. Disseny de la placa entre el gir i la pinça

Seguidament es presenta el disseny de la placa entre el gir i la pinça. Aquesta placa ja existeix en el sistema de SCHUNK com a una referència, per tant no cal dissenyar-la de zero.

No obstant aquesta placa és especial ja que ha de complir amb la funcionalitat de passar l'aire que arriba del gir, concretament de l'EDF.

L'aire es subministra a través dels punts de connexió 1 i 2 del gir SRU-plus, i viatja a través dels forats que hi ha en el centre del gir. Aquests surten per la placa giratòria del gir que hi ha a la part inferior i entren a la placa intermèdia que condueix l'aire fins a on es desitgi.

Es pot fer treure l'aire pels laterals de la placa o per la part inferior, justament aquest darrer cas és el que s'empra ja que d'aquesta manera no es requereix un connexionat a la pinça.

Així mateix la pinça requereix la mecanització de quatre forats per a la introducció de cargols per subjectar la placa al gir, i així mateix 4 forats per a adjuntar la pinça a la placa.

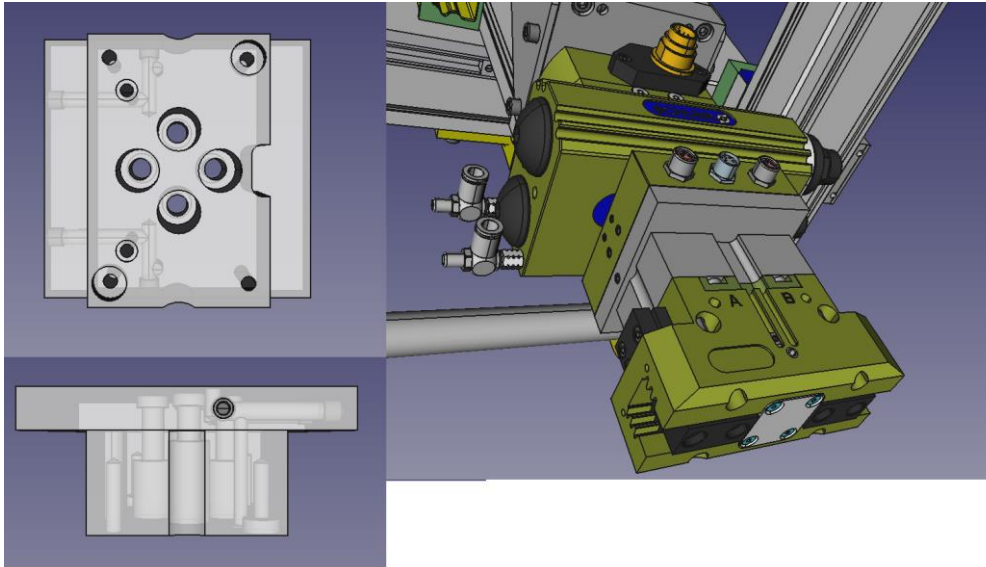


Fig. 6.6. Perspectives de la placa gir-pinça en el programa FreeCad.

Font: FreeCad

En el següent llistat es pot veure els components que formen la placa:

- 2 cargols M5 x 40 mm
- 2 cargols M5 x 45 mm
- 4 cargols M4 x 35 mm per subjectar la pinça.
- Conjunt d'alumini mecanitzat amb passos de senyal pneumàtic.
- Centradors ZHU 03
- 4 Rosques M5 x 5 mm

Per veure el plànol amb les vistes i les cotes de la placa es pot anar al volum de plànols , a la placa intermèdia entre el gir SRU+ i la pinça PGN+.

6.5. Disseny del sistema pneumàtic i elèctric

Per a realitzar l'alimentació de les unitats pneumàtiques convé realitzar un sistema de distribució i control.

Aquest sistema es compondrà d'electrovàlvules, esmentades a l'apartat 2.8.7, en el que s'explica el seu funcionament. Les vàlvules escollides seran les AMB-MV15-M5 i les AMB-MV25-M5.

Les primeres s'empraran a l'actuador EDF que transporta el senyal a les vàlvules d'entrada d'aire de la pinça, i les segones seran per a l'actuació dels cilindres del gir SRU+.

La distribució dels senyals elèctrics es farà amb un distribuïdor de sensors i actuadors: el V8-M8 amb número de referència 0301751, que es pot veure també en el capítol 2.8.8.

Aquest distribuïdor amb capacitat per a 8 senyals d'entrada o sortida monitoritzarà l'accionament des del controlador del robot cartesià.

Per veure com és distribueixen els senyals es pot veure al volum de plànols l'esquema pneumàtic i elèctric.

L'aplicació requereix el monitoratge de 4 senyals pneumàtics, 2 pel gir i 2 per la pinça. Aquest senyals pneumàtics s'obtenen a partir d'un distribuïdor pneumàtic 1-3 -una entrada de 10' a tres sortides de 6'- i una bifurcació en forma de Y en una de les sortides del distribuïdor.

El senyal pneumàtic s'obté d'un compressor i calderí amb una capacitat de 150 litres i una pressió màxima de 20 bars, que es distribueix a partir d'un tub de 10' que arriba per sota del terra i s'entra per la part lateral del robot. Aquest tub es fa passar per la cadena portacables del robot cartesià fins a arribar a l'eix Z del robot, a on se li adjunta el distribuïdor 1-3.

De les 3 sortides de diàmetre 6, dues amb un ràcord normal M6 i la restant amb un ràcord en angle recte, en aquesta última se li adjunta una bifurcació en Y. Consegüentment resulten 4 sortides amb tub 6 que es porten als passos d'entrada del gir A i B, i al pas de l'EDF del gir 1 i 2. Tots passen per les respectives entrades de les 4 micro-electrovàlvules esmentades anteriorment.

Aquestes electrovàlvules 3/2 amb retorn per molla, s'accionen mitjançant les sortides 1-4 del distribuïdor de senyal elèctric.



Fig. 6.7. Distribuïdor de senyals SCHUNK V8-M8.

SCHUNK

Aquest distribuïdor funciona de manera que li surten 10 cables, 8 per cada senyal i 2 per a l'alimentació i terra. Cada cable s'ha d'assignar a una entrada o sortida digital del quadre de sortides/entrades del PLC de KEBA.

Per tenir una idea del què es connecta es fa una taula d'assignacions de les senyals elèctriques que necessiten les electrovàlvules per a poder ser controlades des del robot cartesià, es fa una taula.

Tanmateix en el distribuïdor, amb capacitat per a passar 8 senyals, s'empra a part de per les electrovàlvules, també per a dos senyals dels sensors magnètics. Concretament per els senyals del detectors magnètics del gir, que detecten la fi de carrera dels cilindres.

No es pot però passar els senyals de les pinces ja que aquests passen a través del gir, i ja s'integren en el *pinout* de la unitat adjunta al gir EDF.

Senyals distribuïdor	Codi color del cable	Assignació	Digital Inputs/ Outputs KEBA
1	Blanc	Gir SRU port A	DO 0
2	Verd	Gir SRU port B	DO 1
3	Groc	Obrir pinça	DO 2
4	Gris	Tancar pinça	DO 3
5	Rosa	Detector gir 0°	DI 0
6	Vermell	Detector gir 180°	DI 1
7	Negre	-	-
8	Violeta	-	-

Taula 6.1. Assignacions senyals distribuïdor.

Font: Pròpia

D'aquesta manera només resta la monitorització dels senyals elèctrics dels detectors magnètics que indiquen l'estat dels dits de la pinça, si bé estan oberts o si bé estan tancats.

Aquest, com s'ha dit passen a través del gir, ja que es troba la mateixa problemàtica que amb les electrovàlvules de la pinça, que en cas de que anessin adjuntes al cos de la pinça un part i l'altra directament al robot, la unitat de gir al actuar podria enredar o fins i tot desconnectar o trencar els cables dels detectors.

A través del pas de senyals del EDF del gir SRU-plus 20 fins al model 35, es poden monitoritzar fins a 8 senyals de 6 detectors, mentre que amb els girs del 40 fins al 60 poden monitoritzar 10 senyals de 9 detectors diferents.

Per a veure la connexió dels pins relacionats a les entrades i sortides del mòdul PLC de KEBA, observar el volum de plànols, el segon esquema elèctric (B).

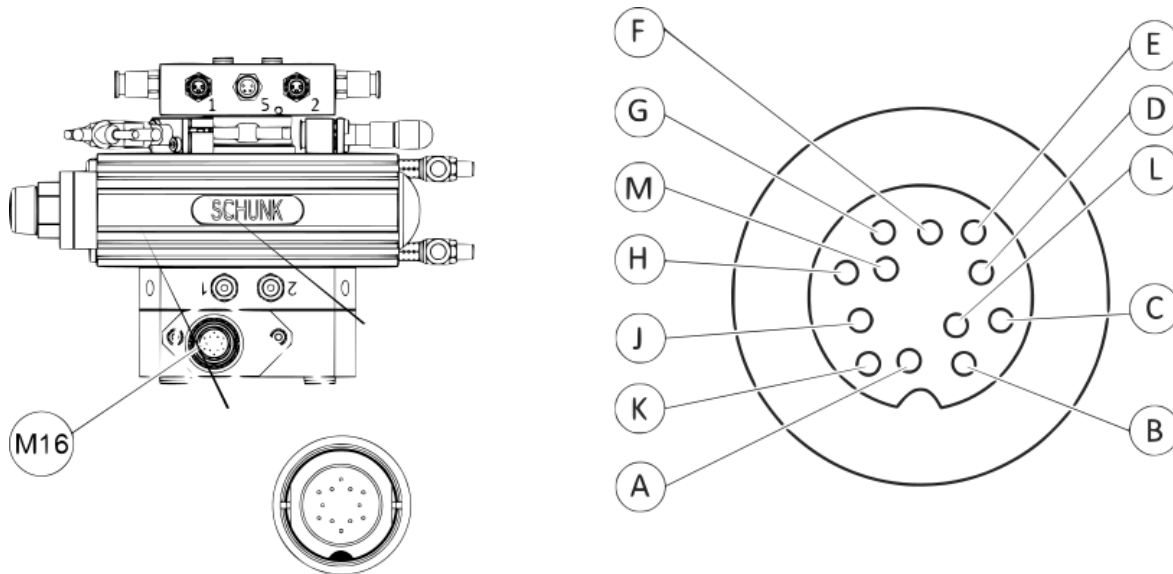


Fig. 6.8. Pinout del mòdul EDF.

Font: Manual d'operació del gir, pàgina web de SCHUNK

En la figura 6.8 anterior es pot veure la relació dels pins del mòdul EDF, i a la taula 6.2 següent, es pot veure la localització i referència (assignació) dels mateixos.

Pin	Pin allocation SRU-plus	
	20-35 EDF	40-60 EDF
A	Switching signal, sensor 3	Switching signal, sensor 3
B	GND (common)	GND (common)
C	Switching signal, sensor 2	Switching signal, sensor 2
D	Switching signal, sensor 4	Switching signal, sensor 4
E	Switching signal, sensor 1	Switching signal, sensor 1
F	Switching signal 1, sensor 5	Switching signal, sensor 5
G	Switching signal 2, sensor 5	Switching signal, sensor 6
H	+24 V (common)	+24 V (common)
J	Switching signal 1, sensor 6	Switching signal, sensor 7
K	Switching signal 2, sensor 6	Switching signal 1, sensor 9
L	- not connected -	Switching signal 2, sensor 9
M	- not connected -	Switching signal, sensor 8
Shield	SHD	SHD

Taula 6.2. Referència i ubicació del *pinout* del mòdul EDF.

Font: Manual d'operació del gir, pàgina web de SCHUNK.

Tot i que no es fan servir tots els senyals possibles que permet monitoritzar l'EDF es fa una taula amb les assignacions que estan cobertes i els cables amb el seu corresponent codi de color per a poder saber en un futur la correlació de colors entre els pins lliures.

Senyals EDF	Codi color del cable	Assignació	Digital Inputs/ Outputs KEBA
A	Blanc	-	DO 0
B	Marró	GND	DO 1
C	Verd	Sensor 2	DO 2
D	Blau	-	DO 3
E	Vermell	Sensor 1	DI 0
F	Groc	-	DI 1
G	Rosa	-	-
H	Gris	+24 V	-
J	Negre	-	-
K	Lila	-	-
L	Groc Blanc	-	-
M	Groc Marró	-	-

Taula 6.3. Assignacions senyals distribuïdor.

Font: Pròpia

6.6. Requeriments de l'entorn físic de l'aplicació.

L'aplicació consistirà en que la pinça agafa un cub d'un punt fixe en l'espai de treball del robot, actuarà sobre el cub mitjançant el gir fent-lo voltar 180° i seguidament deixarà el cub en la mateixa posició inicial. Aquesta descripció tècnica requereix que el robot tingui una part fixe sempre ubicada en el mateix lloc per tal de poder referenciar i calibrar l'aplicació.

Actualment el robot cartesià s'emprava en pràctiques de l'assignatura de robòtica que emprava una taula mòbil i es programava sobre el robot, essent indiferent el posicionament del robot ja que es tractava d'un programa que es creava de zero cada vegada.

En aquesta aplicació el programa estarà a la memòria del controlador i es realitzarà un *loop* continu del programa, activant-lo i desactivant-lo quan convingui. És per això que es subcontracta la confecció d'una taula per al mòdul del robot. Aprofitant la creació de la taula es crea un armari d'acord amb la imatge corporativa i els mobles que s'empren en les fires industrials. Així mateix es creen dos mòduls addicionals a banda i banda de l'armari, un per a fer la cobertura del PLC i l'altre per a crear una superfície per a aprofitar i exposar els eixos lineals de transmissió mecànica de SCHUNK.

7. Assemblatge de les unitats.

En aquest capítol es presenta el procés d'assemblatge de les unitats al robot, i les dificultats que es presenten, i les consegüents solucions que es troben.

L'assemblatge de les unitats es duu a terme sense dificultats inicials. Es té tot el material amb poc retard respecte la data d'entrega especificada i desitjada, no obstant apareixen diferents complicacions relatives a les unitats de les electrovàlvules que s'adjunten al gir per la part de l'EDF. Aquestes vàlvules són d'accionament ràpid i estan pensades per a ser adjuntades amb la major proximitat als cilindres sobre els que actuen. No obstant en aquest cas s'han d'adjuntar als ports secundaris del gir, sobre els passos pneumàtics de l'EDF. Al ser una aplicació de mostra, s'ha d'emprar el material que sigui de SCHUNK.

En un principi no es diferencien les vàlvules d'accionament del gir i de les pinces, les quatre són AMB-MV25-M5, però per disseny constructiu aquesta mesura d'electrovàlvula no encaixa en els ports 1 i 2 de l'EDF. En aquest moment s'ha de decidir si s'opta per emprar alguna referència fora del catàleg de SCHUNK, és a dir alguna electrovàlvula que no sigui d'accionament ràpid d'algun fabricant com ara FESTO, si es decideix tornar a dissenyar la placa -la qual cosa que queda descartada immediatament degut al termini de 8-10 setmanes per a una fabricació especial-, o si bé s'opta per emprar el model constructiu immediatament inferior, que té una força d'accionament més baixa però si que podria funcionar.

Resta una última alternativa que és la d'adquirir un ràcord pneumàtic mascle-femella de mètrica 5 amb una part del cargol mascle de 10 mm per a poder subministrar l'aire per les entrades 1 i 2 de l'EDF secundàries (figura 7.1).

No obstant aquesta opció queda descartada ja que el termini també resulta massa elevat.

És per això que s'opta per a adquirir les electrovàlvules AMB-MV15-M5.

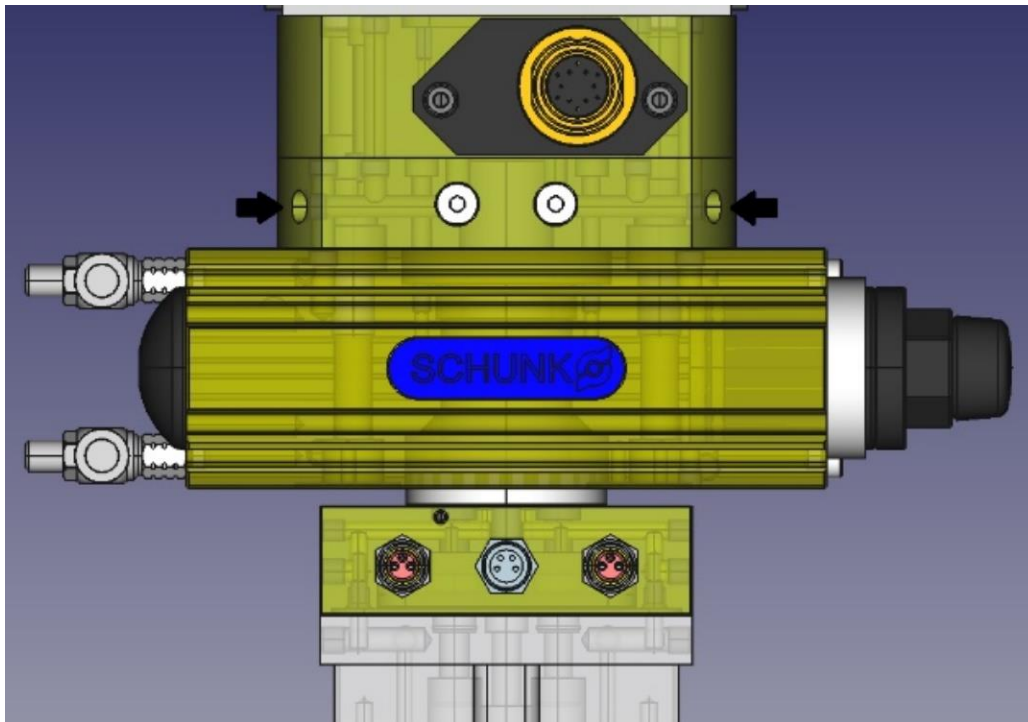


Fig. 7.1. Passos pneumàtics secundaris 1 i 2 de l'EDF.

Font: FreeCad

Una part important de l'assemblatge també és la posada en marxa de la unitat de gir. Aquesta requereix llegir el manual d'operació disponible a la pàgina web de SCHUNK i en el que s'especifica com fer l'ajustament fi de la unitat (figura 7.2). Aquest ajustament engloba l'adequació de la duresa de l'esmoreïdor del gir i la definició del fi de carrera de l'èmbol del cilindre.

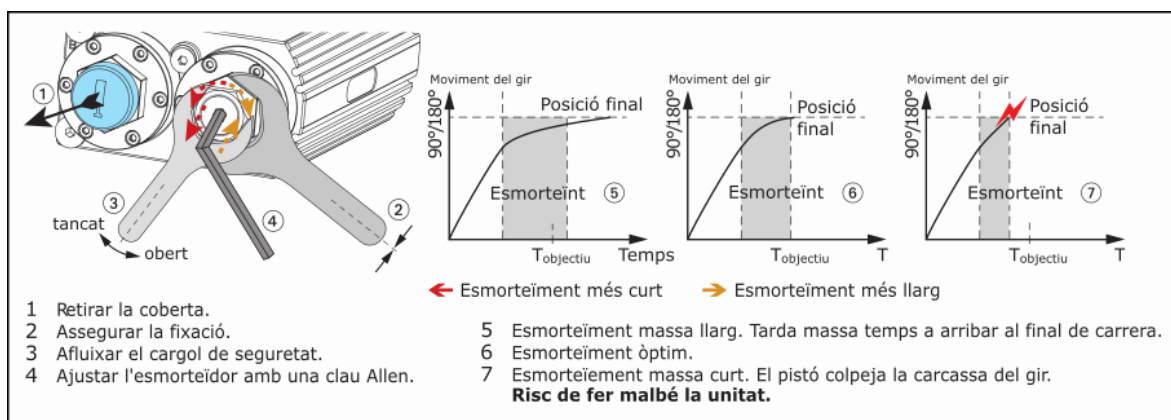


Fig. 7.2. Ajustament i posada en marxa del gir (Esmorteïdor).

Font: Pròpia i pàgina web de SCHUNK.

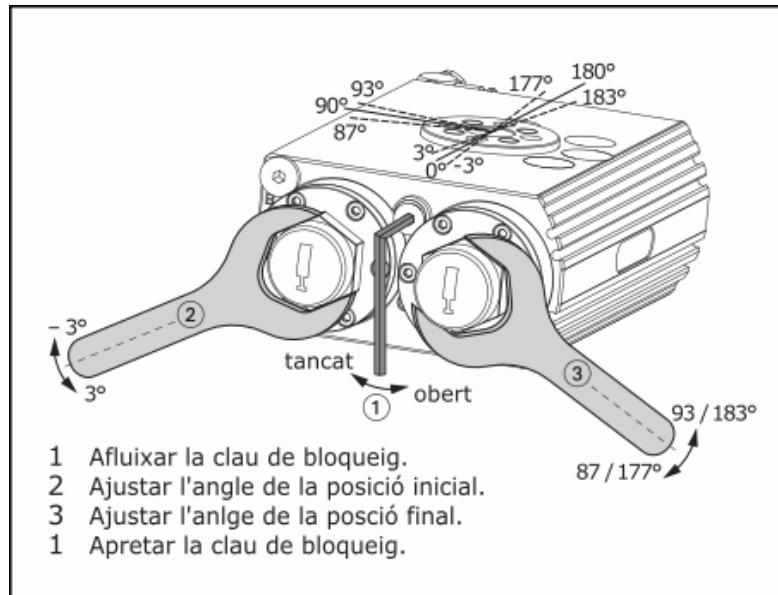


Fig. 7.3. Ajustament i posada en marxa del gir (angle de gir).

Font: Pròpia i pàgina web de SCHUNK.

8. Programació de l'aplicació.

Com s'ha vist amb anterioritat, la culminació del projecte té lloc amb la programació mitjançant les eines que té el cartesià. Aquesta programació es podria fer, gràcies a la versatilitat que ofereix KeMotion i CodeSys amb llenguatge d'alt nivell des de un PC i després bolcar-lo al PLC de KEBA i posar-lo en marxa en el robot.

No obstant es valora i s'opta per emprar l'opció que més s'assembla al que realitzen els programadors industrials amb els seus robots: la programació a peu de màquina.

Aquest tipus de programació s'empra en aplicacions que no esdevenen molt complexes i que tracten geometries normalment senzilles, i que requereixen moviments en l'eix Z. Justament el cas que ocupa l'aplicació en qüestió es podria etiquetar dins aquesta sèrie de requeriments i es per tant la opció escollida per a dur a terme la programació.

Un dels objectius requerits i complimentats amb les seves respectives especificacions tècniques, és la incorporació dins del projecte d'un vessant pedagògic que apropi l'aplicació a l'estudiant i li permeti entendre com s'ha realitzat. És per això que es decideix fer una guia a mode de tutorial per a ser incorporada a les pràctiques de l'assignatura de robòtica.

Aquesta guia, que es pot veure en els annexos del treball, presenta detalladament els passos a seguir per a poder desenvolupar una aplicació amb el Robot Cartesià situat al TecCenter de l'empresa SCHUNK.

La primera part de la programació passarà per la determinació en el PLC de les diferents entrades i sortides digitals prèviament assignades durant la instal·lació i el disseny.

En un principi les entrades digitals s'anomenen com a DI (0-3) i les sortides com a DO (0-3), abreviacions de *digital input* i *digital output*. Per agilitzar la programació es decideix canviar el seu nom per les funcions o senyals que monitoritzen, i d'aquesta manera facilitar la feina als programadors i estudiants, com es pot veure taula 8.1.

Digital Inputs/ Outputs KEBA	Assignació
DO 0	SWIVEL A
DO 1	SWIVEL B
DO 2	OPEN GRIPPER
DO 3	CLOSE GRIPPER
DI 0	AT 180°
DI 1	AT 0°
DI 2	GIPPER OPENED
DI 3	GRIPPER CLOSED

Taula 8.1. Assignació de noms a les entrades i sortides digitals.

Font: Pròpia

Seguidament es defineix una rutina que es posarà en mode *loop* i permetrà l'execució continua de l'aplicació, per a d'aquesta manera poder fer-la funcionar en fires industrials, exhibicions en el TecCenter i visites.

8.1. Codi estructurat de l'aplicació.

L'aplicació resultant extreta directament del llenguatge de la consola es pot veure a continuació, així com les variables associades.

```
// KAIROVersion 2.10

LOOP 10 DO

    PTP(ap0)

    // Posa el robot a un punt ap0 de l'espai de treball.

    WaitIsFinished()

    Open_Gripper.Set(TRUE, Gripper_Opened, , TRUE)
```

```
Open_Gripper.Set(FALSE)
Swivel_to_180.Set(FALSE)
Swivel_to_0.Set(TRUE, , , IoDIn[0])
WaitIsFinished()
// Posa el sistema en la posició inicial
MoveRobotAxis(A3, 220.0)
WaitIsFinished()
// Posa el sistema en la posició del primer cub
Close_Gripper.Set(TRUE, Gripper_Closed, , TRUE)
Close_Gripper.Set(FALSE)
PTP(ap0)
WaitIsFinished()
Swivel_to_0.Set(FALSE)
Swivel_to_180.Set(TRUE, , , IoDIn[1])
WaitIsFinished()
// Agafa el cub l'aixeca i el gira
MoveRobotAxis(A3, 220.0)
WaitIsFinished()
Open_Gripper.Set(TRUE, Gripper_Opened, , TRUE)
PTP(ap0)
WaitIsFinished()
index_cubs := 120
LOOP 6 DO
    index_cubs := index_cubs + 100
    // Sistema per anar canviant de cubs, desplaçant
l'eix A2 cap a
    // la dreta
    MoveRobotAxis(A2, index_cubs)
    WaitIsFinished()
```

```
Open_Gripper.Set(TRUE, Gripper_Opened, , TRUE)
Open_Gripper.Set(FALSE)
Swivel_to_180.Set(FALSE)
Swivel_to_0.Set(TRUE, , , IoDIn[0])
WaitIsFinished()
// Posa el sistema en la posició inicial
MoveRobotAxis(A3, 220.0)
WaitIsFinished()
// Posa el sistema en la posició del primer cub
Close_Gripper.Set(TRUE, Gripper_Closed, , TRUE)
Close_Gripper.Set(FALSE)
MoveRobotAxis(A3, 280.0)
WaitIsFinished()
Swivel_to_0.Set(FALSE)
Swivel_to_180.Set(TRUE, , , IoDIn[1])
WaitIsFinished()
// Agafa el cub l'aixeca i el gira
MoveRobotAxis(A3, 220.0)
WaitIsFinished()
Open_Gripper.Set(TRUE, Gripper_Opened, , TRUE)
MoveRobotAxis(A3, 280.0)
WaitIsFinished()
END_LOOP
END_LOOP
```

Exemple de programa que gira els set cubs, deu vegades. Noti's que per incrementar aquest valor serà recomanable revisar periòdicament el calderí i el compressor per tal de que la

pressió es mantingui constant entre els 4 i els 6 bars òptims per al correcte funcionament de les unitats pneumàtiques. En cas de voler fer un “loop” infinit no s’ha de definir cap número.

8.2. Explicació del codi de l'aplicació.

L'estructura del programa és senzilla, emprant una part inicial de font base, que s'itera a partir d'una variable anomenada `index_cubs`, que suma 100 mm a cada “loop” que es crida durant l'execució del programa. Aquest `index_cubs` s'associa al moviment de l'eix A2 del robot i posiciona al robot just a sobre dels 7 cubs diferents, separats aquest 100 mm, per a poder actuar sobre ells.

Així mateix, el programa acciona les diferents sortides assignades que s'han pogut veure anteriorment, cridades mitjançant la funció de `Set`. Aquesta funció va associada a una variable que dicta quina sortida s'ha d'activar o desactivar, retornant una variable de tipus booleà, i requerint una variable que funcioni com a un `Feedback`, que en aquest cas són les entrades digitals dels sensors, que aporten la informació a la funció `Set` per a poder saber en quin punt es troben les pinces o el gir, i dictaminar si es pot procedir amb l'execució de l'aplicació.

L'assignació de les entrades i de les sortides, `DOut` i `DIn`, es fa utilitzant l'ordre de `Mapto Bool`, que incideix directament en l'entrada designada en el mòdul d'I/O del mateix hardware del PLC, i que és la que descriu a quina variable se li han d'assignar els 24 V per a activar un sortida.

En referència als moviments del robot, s'ha optimitzat al màxim la memòria RAM del PLC de KEBA creant els mínims punts possibles- tant sols es crea un punt `PTP(p0)` sobre l'espai del robot- i es referencia la resta de moviments com a moviments d'un sol eix amb la funció `MovRobotAxis` i la iteració. Aquesta ordre resulta adequada ja que solament requereix que es defineixi quin és l'eix que vol moure i a quina posició final es vol arribar.

És aquesta posició la que va mutant a mesura que la iteració es va executant traslladant la posició de l'eix A2 100 mm cada vegada. Aquesta iteració es recrea 6 vegades mitjançant la funció de control `Loop`, en la que es pot definir quantes vegades es vol repetir una estructura.

Finalment, també és destacable la funció de WaitIsFinished(), que és la que sincronitza els diferents moviments i les sortides per tal de fer funcionar correctament l'aplicació, en els instants determinats.

Finalment, a continuació es pot veure el llistat de variables internes creades per a la programació de l'aplicació:

Name	Type	Init
ap0	AXISPOS	(a1:=418.004, a2:=120, a3:=280.004)
Swivel_at_180	DIN	(port:=MAP(IoDIn[1]))
Swivel_at_0	DIN	(port:=MAP(IoDIn[0]))
Gripper_Closed	DIN	(port:=MAP(IoDIn[3]))
Gripper_Opened	DIN	(port:=MAP(IoDIn[2]))
Close_Gripper	DOUT	(port:=MAP(IoDOut[2]))
Open_Gripper	DOUT	(port:=MAP(IoDOut[3]))
Swivel_to_0	DOUT	(port:=MAP(IoDOut[0]))
Swivel_to_180	DOUT	(port:=MAP(IoDOut[1]))
index_cubs	REAL	0

Taula 8.2. Llistat de les variables internes del programa.

Font: Software KeMotion

9. Guia tutorial per a la programació de l'aplicació.

Com bé s'ha exposat al llarg del treball, un dels objectius del treball és assolir un cert grau de divulgació i aportar un eina d'aprenentatge per als estudiants de mecatrònica del TecnoCampus. Aquest objectiu marcat es busca complir-lo mitjançant l'especificació tècnica d'un manual o mode de tutorial, que expliqui detalladament com es realitza la programació de l'aplicació i al mateix temps serveixi per a ampliar les pràctiques de l'assignatura de Robòtica de la carrera d'Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica del mateix centre.

Aquest tutorial, que es pot veure en el volum d'Annexos de la memòria annex 1, pretén doncs donar una eina de suport als estudiants i als professors per tenir una guia de què poden fer amb el robot cartesià del TecCenter, i les unitats pneumàtiques que s'empren en la Indústria real, i amb el qual es poden simular procediments de pick & place senzills, també en aplicacions de qualitat on hi ha un procés de verificació o fins i tot en procediments d'assemblatge de peces.

Aquest tutorial no pretén, ni molt menys, canviar o adaptar les pràctiques de l'assignatura sinó que a de ser simplement una eina de suport tant per els alumnes com per als professors, i que aquests últims seran com és lògic qui creuran oportú incloure o no aquesta aplicació dins el marc de les pràctiques de l'assignatura, així com l'ús total o parcial de les unitats per altres projectes a partir del present implementat.

10. Estudi de seguretat.

Tot projecte requereix d'un estudi de seguretat per determinar si existeixen riscos que vulnerin la salut pública o la seguretat de les persones humanes que treballen o s'exposen al projecte.

En aquest cas, l'aplicació tot i que es pot emmarcar en el sector de la robòtica industrial, està en part desemparada de la legislació actual degut a que el fi no és de caire industrial sinó que és de caire demostratiu.

Les aplicacions en aquest casos no es regeixen intrínsecament per la normativa ISO 10218-1:2011 *Robots and robotic devices - Safety requirements for industrial robots*, la qual serà substituïda per la norma SIO/CD 10218-1 [14], actualment en desenvolupament, ja que l'entorn és en part de divulgació i no hi ha una finalitat exclusivament econòmica. La principal problemàtica que presenta aquest projecte a nivell de riscos o seguretat, és que s'ha modificat l'entorn de treball del robot, limitant l'espai on pot treballar.

En quant a qualitat, es té el certificat per a cada producte de SCHUNK, d'acord a que compleix les directius que marca la normativa ISO 9001:2008 [15], la qual es pot veure en els annexos de la memòria [16] [17].

Per tant per seguretat s'haurà de definir novament els paràmetres de zona de treball del robots amb limitacions físiques. No és objecte del projecte dissenyar i implementar un sistema de seguretat físic per al robot, però si que seria convenient tancar el perímetre de treball del robot per evitar el risc de que algú s'interposi en el recorregut del robot. En tot cas es remarca que cal visionar el robot des d'una distància de seguretat, de cara al públic que visioni l'aplicació i cal limitar el robot a velocitats baixes per part del programador. Seria convenient també en cas d'extensió del projecte la implementació d'aquest sistema de seguretat mencionat anteriorment.

Cada eix té una senyal de fi de carrera, detectada mitjançant un sensor inductiu que rep el senyal de posicionament a partir d'una placa fixa al perfil immòbil del robot per a cada eix.

L'única nova parametrització que cal fer degut a la nova taula on programar l'aplicació amb el cubs és en l'eix Z per la part inferior.

11. Planificació.

Un treball de final de grau presenta un total de 24 crèdits ETCS que representen un total de 600 hores. Pel que respecta a l'avantprojecte ja s'hi ha dedicat 200 hores. Pel que fa a el projecte de detall es començarà el dia 23 d'octubre, després d'haver feta la correcció de l'avantprojecte, tindrà una dedicació de 445 hores, finalitzant el dia 5 de gener. El treball es realitzarà durant tots els dies laborables de la setmana de 16:00 a 21:00, ja que és l'horari disponible pel que fa a pràctiques a empresa. A la taula 7.1 es pot veure tant el resum de les tasques i les seves predecessores com l'inici, la durada i el final de cadascuna d'aquestes.

CODI	Nom d la tasca	Duració	Inici	Fi	Precedència
INCI	Inici del Projecte	0 hores	mar 2/5/17	mar 2/5/17	-
A	Avantprojecte	200 hores	mar 2/5/17	vie 30/6/17	INCI
B	Correcció avantprojecte	20 hores	vie 30/6/17	jue 6/7/17	A
C	Disseny i confecció de la peça	20 hores	lun 23/10/17	vie 27/10/17	B
D	Dimensionament i compra de les referències	10 hores	vie 27/10/17	mar 31/10/17	C
E	Distribució dels productes SCHUNK	14 dies	mar 31/10/17	jue 16/11/17	D
F	Disseny i confecció dels dits de la pinça	25 hores	vie 27/10/17	vie 3/11/17	C
G	Assemblatge de les unitats al robot	30 hores	jue 16/11/17	lun 27/11/17	E
H	Realització de plànols i esquemes	25 hores	vie 3/11/17	lun 13/11/17	F
I	Programació de l'aplicació	80 hores	lun 27/11/17	mié 20/12/17	G
J	Implantació sistema seguretat de l'aplicació	40 hores	lun 27/11/17	jue 7/12/17	G
K	Redacció tutorial aplicació	20 hores	jue 7/12/17	jue 14/12/17	J
L	Redacció de la documentació	120 hores	vie 27/10/17	lun 4/12/17	C
M	Revisió final de format i ortografia	20 hores	mié 20/12/17	mar 26/12/17	I; L
N	Impressió i enquadernació del treball	25 hores	mié 27/12/17	mié 3/1/18	M
O	Preparació de CD i documentació per a entregar	10 hores	mié 3/1/18	vie 5/1/18	N
FI	Final del Projecte	0 horas	vie 5/1/18	vie 5/1/18	O

Taula 11.1. Resum de tasques planificades.

Font: Elaboració Pròpia

Amb la informació de la Taula 7.1 s'ha realitzat el Diagrama de Gantt de les tasques amb el camí crític indicat amb l'ajuda del software Microsoft Project ³ que es pot veure a la Fig. 7.1.

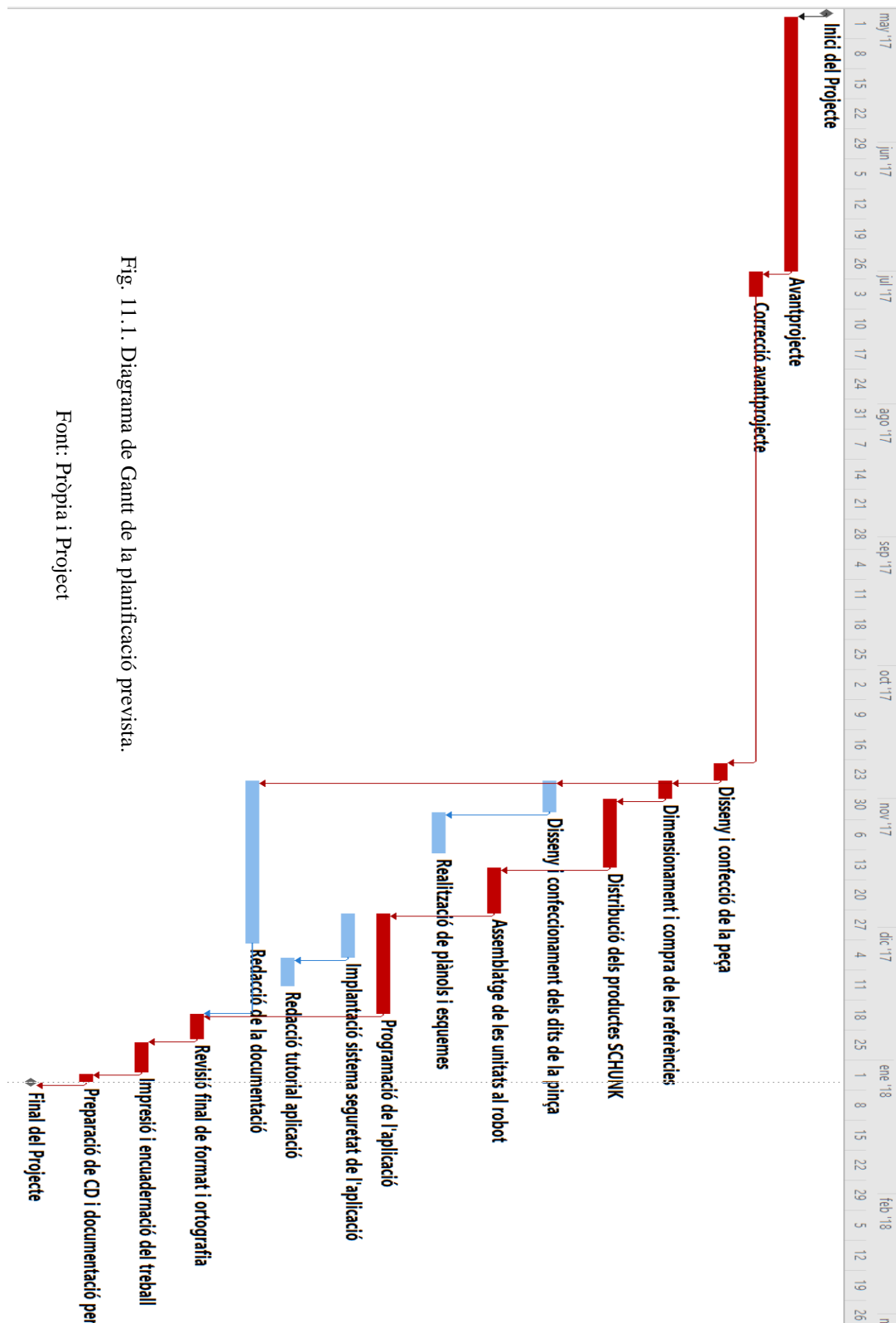


Fig. 11.1. Diagrama de Gantt de la planificació prevista.

Font: Pròpia i Project

³ Programa desenvolupat per l'empresa americana Microsoft orientada a planificacions d'activitats i projectes.

A continuació a la taula 10.2, es presenta la planificació real duta a terme.

CODI	Nom d la tasca	Duració	Inici	Fi	Precedència
INCI	Inici del Projecte	0 horas	mar 2/5/17	mar 2/5/17	-
A	Avantprojecte	200 horas	mar 2/5/17	vie 30/6/17	INCI
B	Correcció avantprojecte	5 horas	vie 30/6/17	lun 3/7/17	A
C	Disseny i confecció de la peça	25 horas	lun 23/10/17	lun 30/10/17	B
D	Dimensionament i compra de les referències	10 horas	lun 30/10/17	mié 1/11/17	C
E	Distribució dels productes SCHUNK	14 días	mié 1/11/17	vie 17/11/17	D
F	Disseny i confecció dels dits de la pinça	25 horas	lun 30/10/17	lun 6/11/17	C
G	Assemblatge de les unitats al robot	35 horas	vie 17/11/17	mié 29/11/17	E
H	Realització de plànols i esquemes	40 horas	lun 6/11/17	vie 17/11/17	F
I	Programació de l'aplicació	70 horas	mié 29/11/17	mié 20/12/17	G
J	Implantació sistema seguretat de l'aplicació	25 horas	lun 27/11/17	lun 4/12/17	G
K	Redacció tutorial aplicació	25 horas	lun 4/12/17	lun 11/12/17	J
L	Redacció de la documentació	120 horas	lun 30/10/17	mar 5/12/17	C
M	Revisió final de format i ortografia	20 horas	mié 20/12/17	mar 26/12/17	I; L
N	Impressió i enquadernació del treball	25 horas	mié 27/12/17	mié 3/1/18	M
O	Preparació de CD i documentació per a entregar	10 horas	mié 3/1/18	vie 5/1/18	N
FI	Final del Projecte	0 horas	vie 5/1/18	vie 5/1/18	O

Taula 11.2. Resum de tasques dutes a terme.

Font: Elaboració Pròpia

Amb la informació de la Taula 11.2 s'ha realitzat el Diagrama de Gantt de les tasques reals amb el camí crític indicat, de nou amb l'ajuda del software Microsoft Project, que es pot veure a la Fig. 11.2.

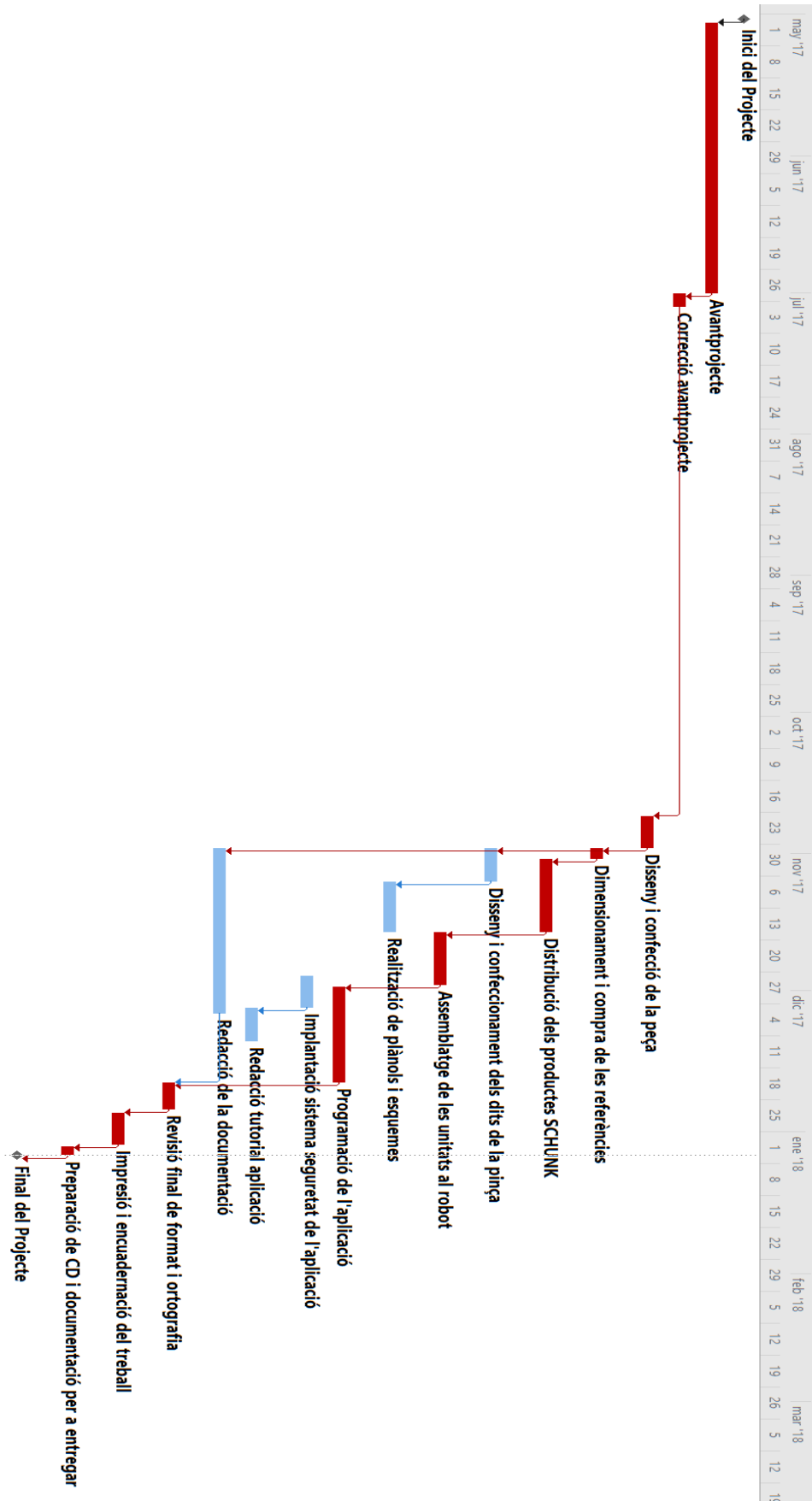


Fig. 11.2. Diagrama de Gantt de la planificació real.

Font: Pròpia i Project

12. Viabilitat mediambiental.

En aquest apartat s'exposen les conclusions extretes a partir de resoldre les preguntes sobre la identificació dels elements bàsics del projecte i la preavaluació d'impacte ambiental.

El projecte tracta de la instal·lació i programació d'una aplicació a l'empresa SCHUNK instal·lada al TCM3 del parc universitari TecnoCampus-Mataró, i per motius força evidents l'impacte ambiental que presenta és mínim.

Aquesta instal·lació no presenta un impacte ambiental important ja que es construirà en una zona urbanitzada, no requerirà canvis en l'edifici on s'ubicarà, ni tampoc representarà un canvi al seu entorn. No s'utilitzaran ni materials radioactius, ni tòxics, ni químics, ni nocius per al medi ambient.

El següent llistat (taula 12.1) és una taula resum de les principals accions i factors que s'hauran de prendre en consideració en l'estudi de detall.

	Factor Ambiental	Impacte sobre ...
Medi Natural	Atmosfera	Cap, no es produeix cap emissió de gasos tòxics o contaminants
	Sòl	Cap, es realitza en una edificació ja construïda
	Aigua	Cap
	Flora	Cap
	Fauna	Cap
	Medi preceptuat	Cap
Medi Socioeconòmic	Usos del territori	Molt baix, ja que s'implementa sobre una edificació ja existent
	Culturals	Molt baix.
	Infraestructura	No es construeix ni es té la necessitat de destruir cap entorn, ja que s'implementa en una edificació ja existent.
	Humans	Hi ha poc efecte ja que l'impacte mediambiental es baix i aquest afecta directament a l'esser humà
	Economia i població	Cap

Taula 12.1. Factors ambientals impactats

Font: Elaboració Pròpia

Factors Impactats		Observacions
Fase de Construcció o Execució	Acústics	Sorolls produïts durant el muntatge de l'aplicació, que no superaran els límits establerts.
	Visuals	Durant la fase de construcció, no es podrà disposar de l'espai de reunions i esdeveniments.
Fase de Funcionament o Explotació	Acústiques	S'escoltaran els sorolls produïts per l'aire comprimit accionant els productes, afectant únicament els que estiguin a dins de la sala.
Fase d'Ús	Visuals	Es podrà veure si s'està dins de la sala, i es procurarà que també es pugui veure des de l'exterior a través dels vidres.

Taula 12.2. Factors impactats

Font: Elaboració Pròpia

13. Conclusions.

Amb el present projecte s'ha mostrat el procediment a seguir per tal d'implementar una pinça SCHUNK en un robot cartesià, així com la programació d'una aplicació amb el seu tutorial per a què serveixi per a futurs estudiants de robòtica. S'ha vist la versatilitat que ofereix la combinació de la tecnologia lineal de SCHUNK i el desenvolupament dels controladors de KEBA, amb el gran actiu que representa la possibilitat de realitzar programació a peu de màquina.

Es demostra tanmateix, que la robòtica és un camp amè i lluny dels clixés socioculturals que sempre l'han vinculat a un món per a solament uns quants privilegiats. Representa un reflex veraç del constant esperit humà d'autosuperació i de millora, demostrant que tota aplicació es pot dissenyar i implementar en gairebé qualsevol entorn, i que ho pot desenvolupar qualsevol persona amb els coneixements necessaris o amb accés a la infinitat de fonts d'informació disponibles en l'actualitat.

La robòtica és avui en dia una opció fortament creixent per a la indústria, de moment per a automatitzar processos i cadenes de producció, i molt probablement la vessant col·laborativa abraçarà encara més sectors que optaran per a incloure-la com a un actiu important en les seves cadenes de valors.

Si bé el present projecte s'encamina per la projecció i promoció de la tecnologia tradicional en accessoris de robòtica, no tanca la porta a noves incorporacions de més material com ara compensadors o canvis ràpids. El motiu per a adoptar tecnologia pneumàtica enlloc de l'elèctrica, és intentar demostrar que la pneumàtica encara representa una de les alternatives, per a no dir l'alternativa més emprada en la indústria. Certament els avantatges que incorpora la tecnologia elèctrica són molts, però la versatilitat i adaptabilitat de la pneumàtica és encara incomparable.

Com s'ha dit, en quant a possibles línies futures de treball, es deixa la porta oberta a que l'aplicació es modifiqui i s'adapti a les noves necessitats que requereixi l'empresa i als nous productes que apareguin en el sector de l'automatització, però una possibilitat seria l'adequació d'un sistema de canvi ràpid de pinça, o un accessori com ara un compensador o una unitat d'anticol·lisió.

També seria convenient dissenyar i adequar un sistema de seguretat que cobreixi el perímetre de la zona de treball del robot, tal i com s'exposa en el capítol d'estudi de seguretat.

Així mateix es poden canviar les unitats pneumàtiques per a unitats elèctriques, o com a mínim la unitat a hores d'ara en desenvolupament de la pinça PG-plus amb sistema d'ajust del tancament dels dits mitjançant un software amb entrada de visió artificial.

El projecte incorpora en la seva totalitat productes SCHUNK, definint així com de versàtil i amplia és la seva oferta de productes. La solució que aporta SCHUNK engloba productes de qualitat, de precisió i de la tecnologia més puntera del mercat, consolidant-se així en una marca de molta fiabilitat per als desenvolupadors d'aplicacions robòtiques, i així mateix ho demostren les vendes i la confiança que donen els clients any rere any.

14. Referències.

- [1] GRAN ENCICLOPÈDIA CATALANA (2017). *Robots* [versió electrònica]. Disponible a: <http://www.enciclopedia.cat/EC-GEC-0208451.xml> (Abril, 2017)
- [2] GUILLERMO ALMEIDA (2009). *unidad y fundamentos generales de la Robotica* [versió electrònica]. Disponible a <http://guillermoalmeida.wikispaces.com/file/view/UNIDAD+I+ROBOTICA+2009.pdf>
- [3] SCHUNK (2017). *Pàgina web de SCHUNK*. Disponible a https://schunk.com/es_en/homepage/ (Juny, 2017)
- [4] CATÀLEG COMERCIAL SCHUNK (2016). *Product Overview Gripping Systems*. [versió electrònica]. Disponible a <https://schunk.com/fileadmin/pim/docs/IM0020401.PDF>.
- [5] CATÀLEG COMERCIAL SCHUNK (2016). *Product Overview Rotary Modules*. [versió electrònica]. Disponible a <https://schunk.com/fileadmin/pim/docs/IM0020403.PDF>
- [6] CUÉNTICA (2015) *TABLA DE AÑOS Y PORCENTAJES DE AMORTIZACIÓN PARA SOCIEDADES A PARTIR DE 2015* [versió electrònica]. Disponible a: http://www.ine.es/prensa/ipri_tabla.htm (Gener, 2017)
- [7] MEDIAMARKT (2017) *Informática* [versió electrònica]. Disponible a: <https://tiendas.mediamarkt.es/informatica> (Gener, 2017)
- [8] MICROSOFT (2017) *Tienda Microsoft* [versió electrònica]. Disponible a: https://www.microsoftstore.com/store/mseea/es_ES/home (Gener, 2017)
- [9] AUTOCAD (2017) *Autodesk Tienda Online* [versió electrònica]. Disponible a: <http://www.autodesk.es/store/products/autocad> (Gener, 2017)
- [10] KEBA (2015) *KeMotion3. Automation System. System Manual V 1.03*. [versió electrònica]. (Gener, 2018)

- [11] KEBA (2015) *KeMotion TeachView UserManual* [versió electrònica]. (Gener, 2018)
- [12] KEBA (2015) *KeMotion KAIRO LanguageReference* [versió electrònica]. (Gener, 2018)
- [12] FREECAD (2017) *FreeCad Web* [versió electrònica]. Disponible a: <https://www.freecadweb.org/wiki/Download> (Gener, 2018)
- [13] INKSCAPE (2017) *Inkscape Web* [versió electrònica]. Disponible a: <https://inkscape.org/en/release/0.92.2/windows/64-bit/> (Gener, 2018)
- [14] ISO (2017) *ISO 10218-1:2011(en) Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 1: Robots* [versió electrònica]. Disponible a: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:10218:-1:ed-2:v1:en> (Gener, 2018)
- [15] DQS (2017) *Certificate in accordance with ISO 9001:2008, English* [versió electrònica]. Disponible a: https://schunk.com/fileadmin/user_upload/Live_ab_2016/Impressum/SCHUNK_ISO_9001_2017_GB.pdf (Gener, 2018)
- [16] IQNET (2017) *Certificate in accordance with ISO 9001:2008, English* [versió electrònica]. Disponible a: https://schunk.com/fileadmin/user_upload/Live_ab_2016/Impressum/SCHUNK_ISO_9001_2017_IQNET.pdf (Gener, 2018)
- [17] PÜG (2017) *Certificate in accordance with DIN EN ISO 50001:2011, German* [versió electrònica]. Disponible a: https://schunk.com/fileadmin/user_upload/Live_ab_2016/Formulare/Energiemanagement.pdf (Gener, 2018)

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA**

Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

**DISSENY I IMPLEMENTACIÓ D'UNA PINÇA SCHUNK, PER A APLICACIONS DE
DEMOSTRACIÓ, EN UN ROBOT CARTESIÀ**

Plànols

**ROGER MARFÀ I MIRÓ
PONENT: JOAN TRIADÓ**

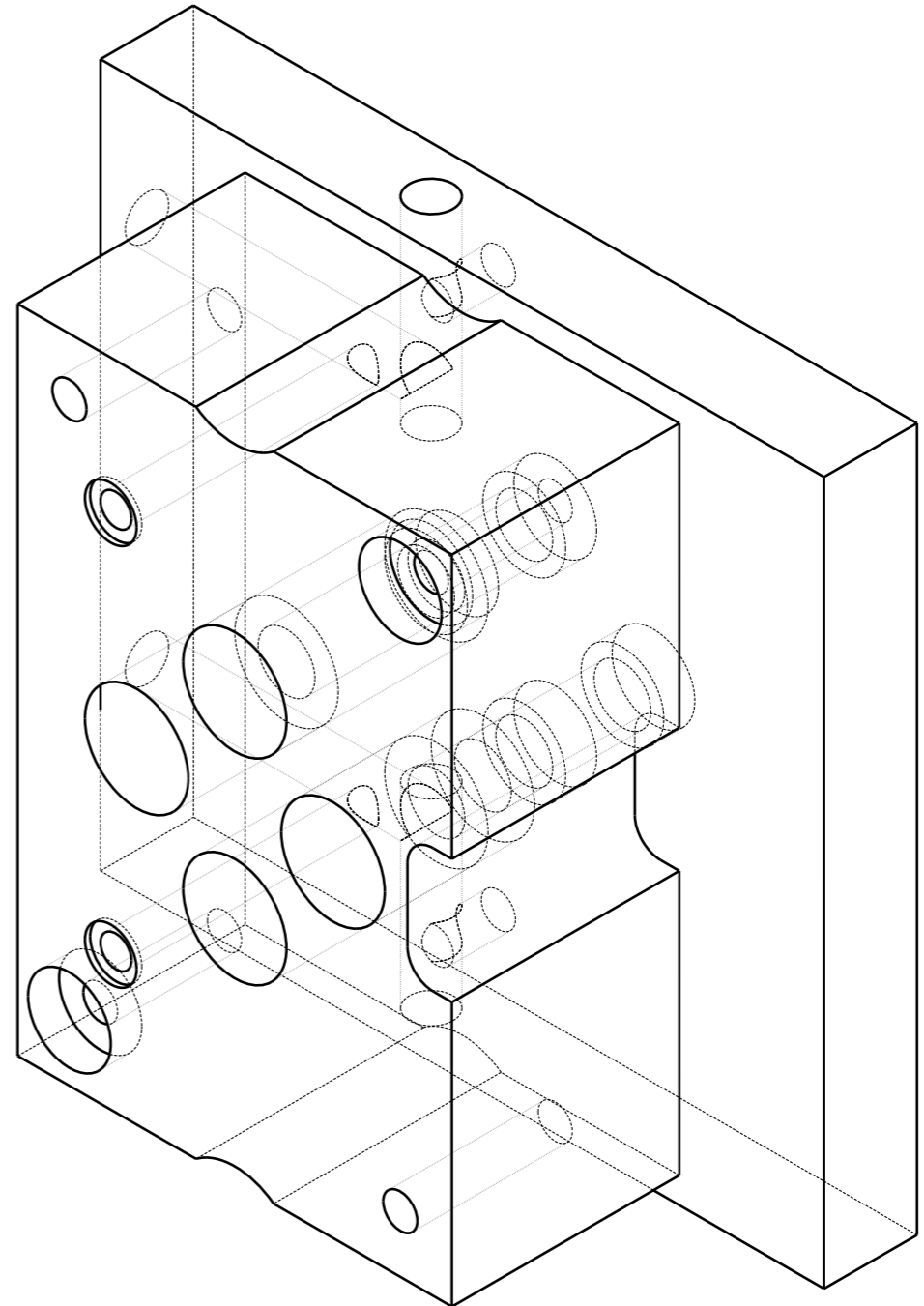
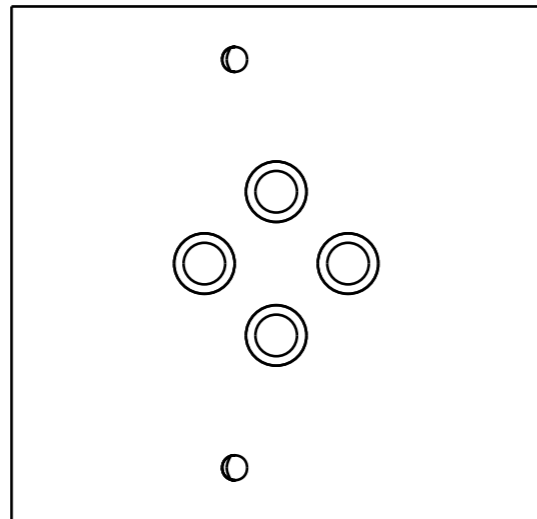
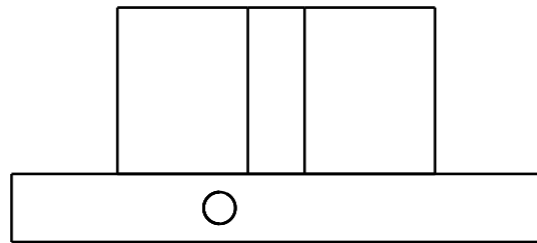
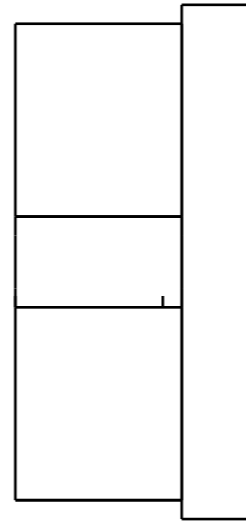
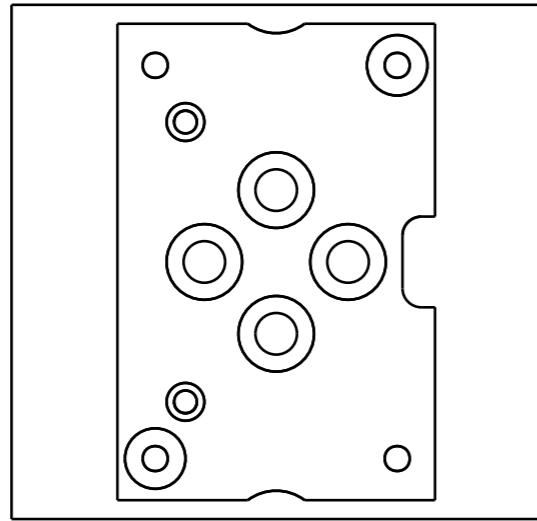
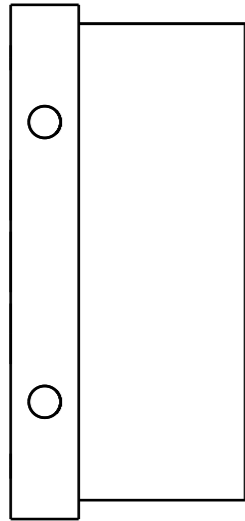
TARDOR 2017




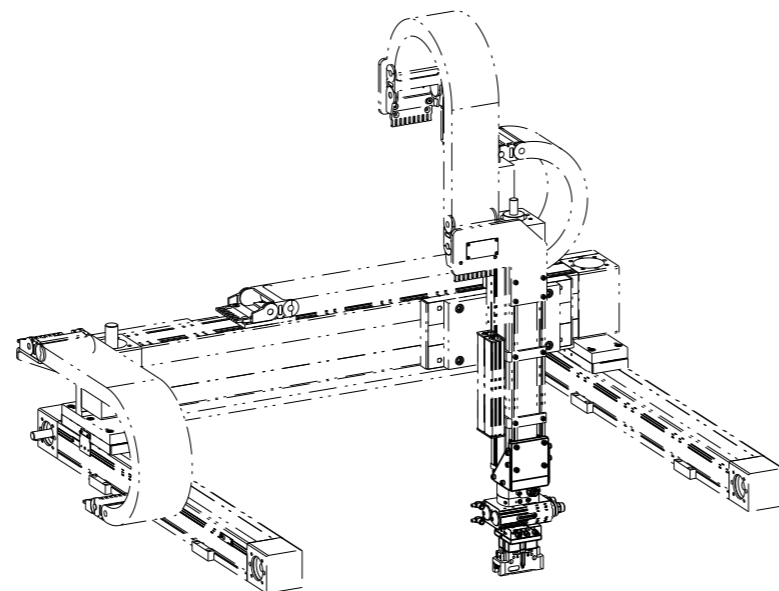
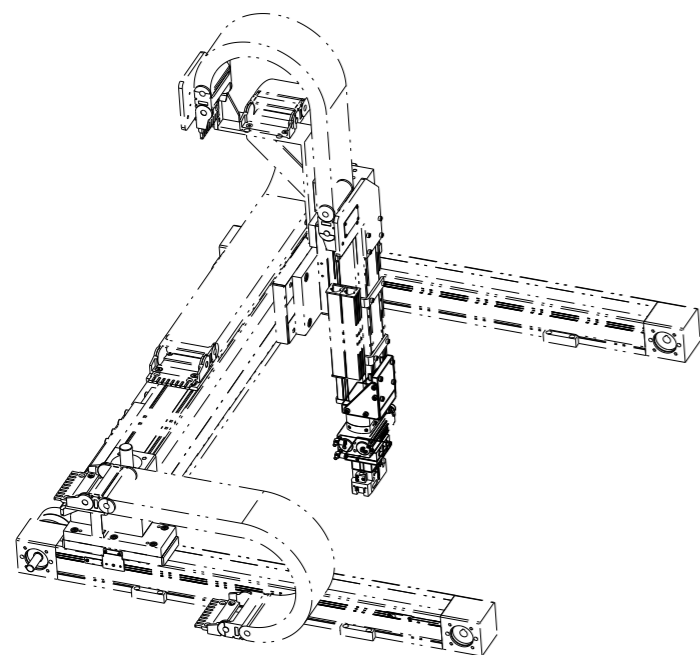
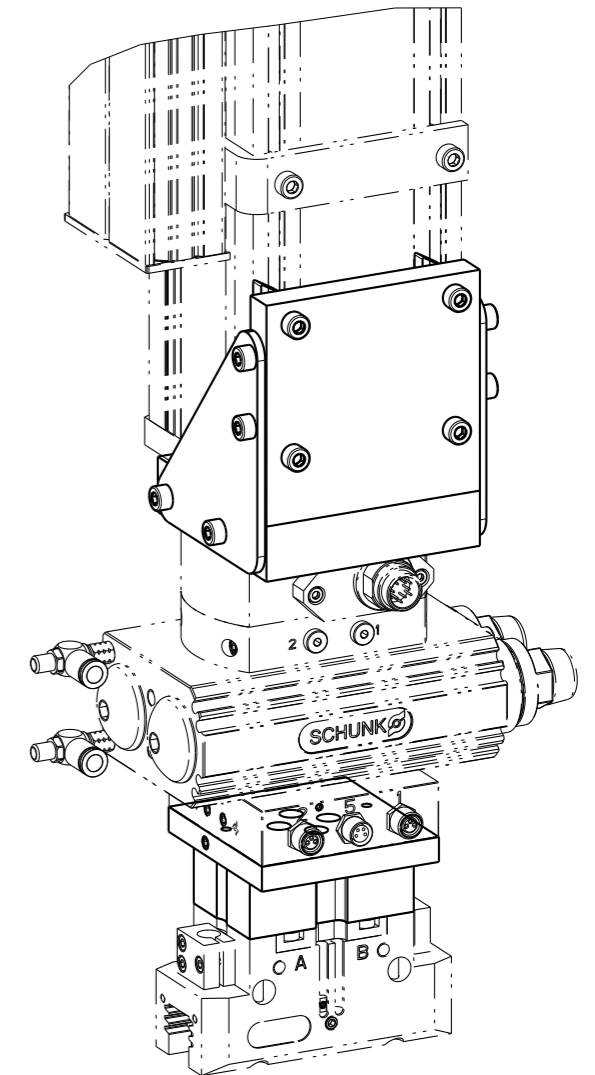
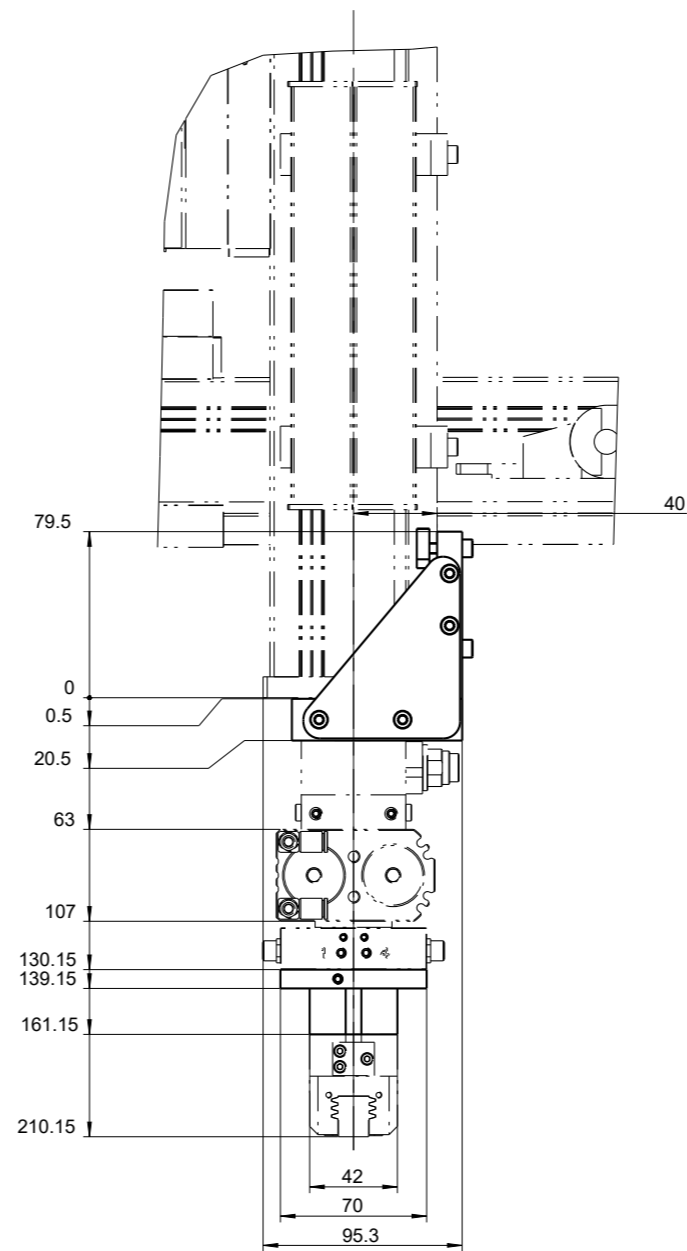
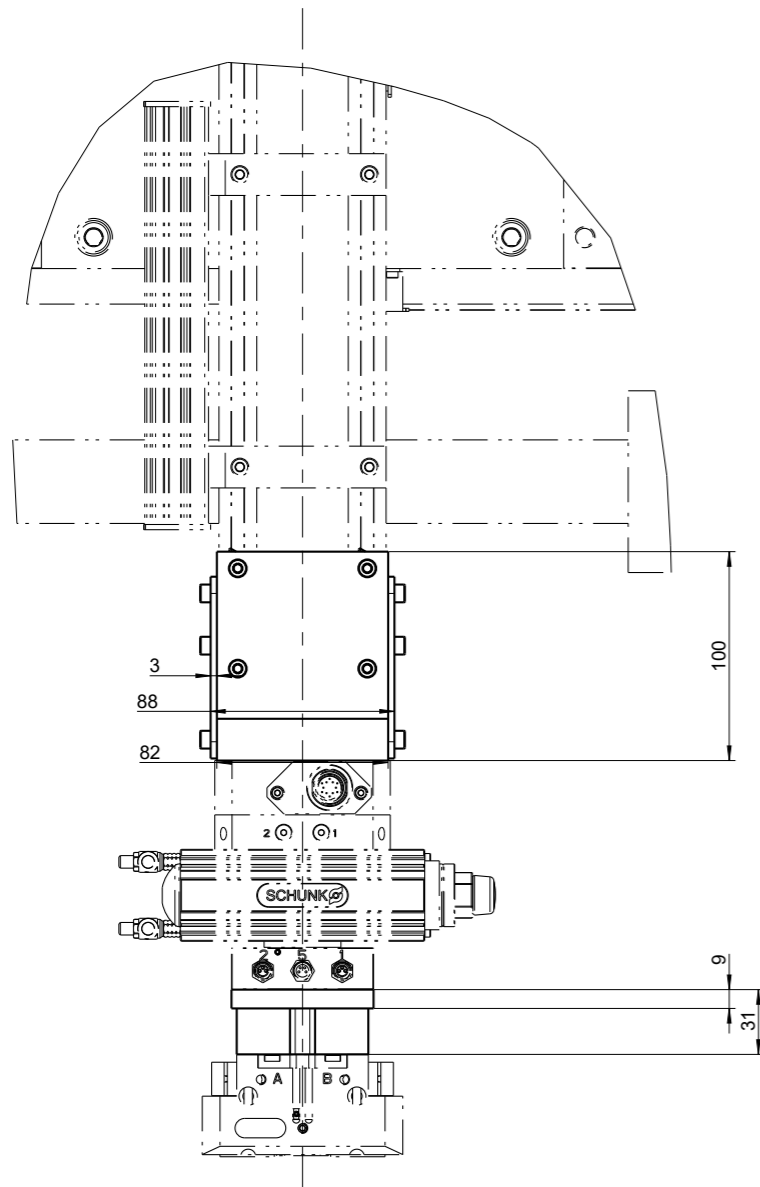
**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Índex.

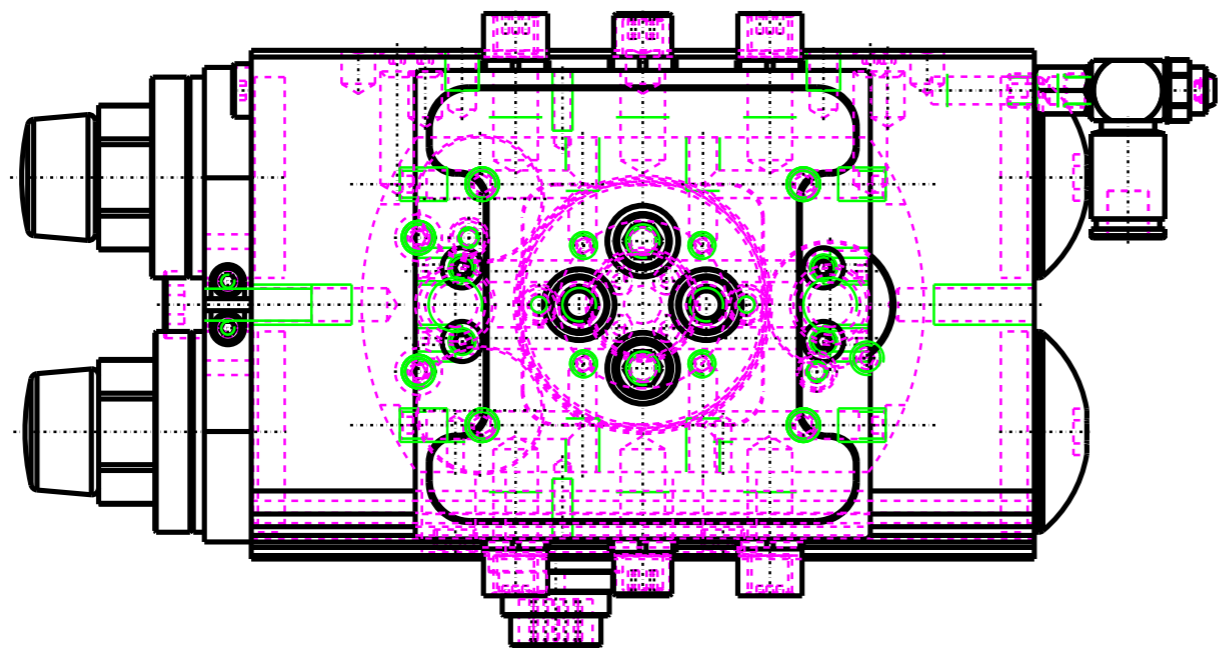
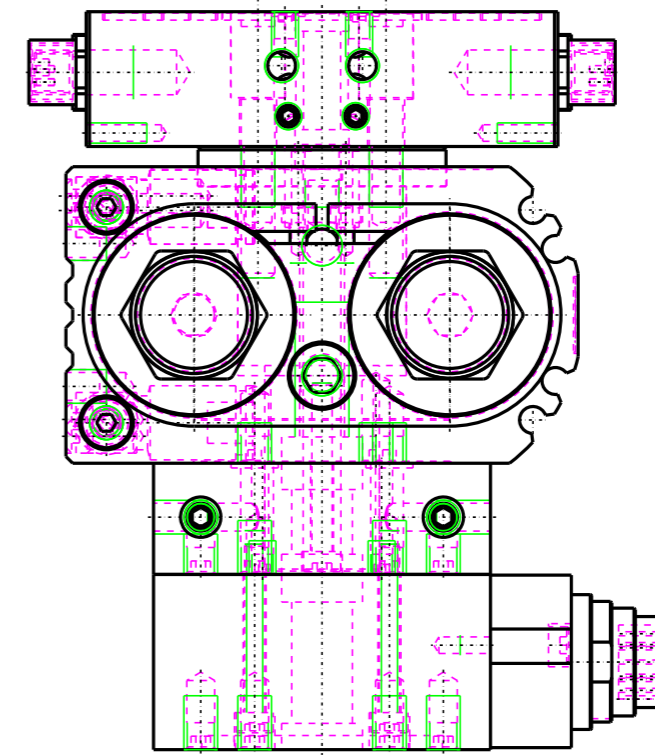
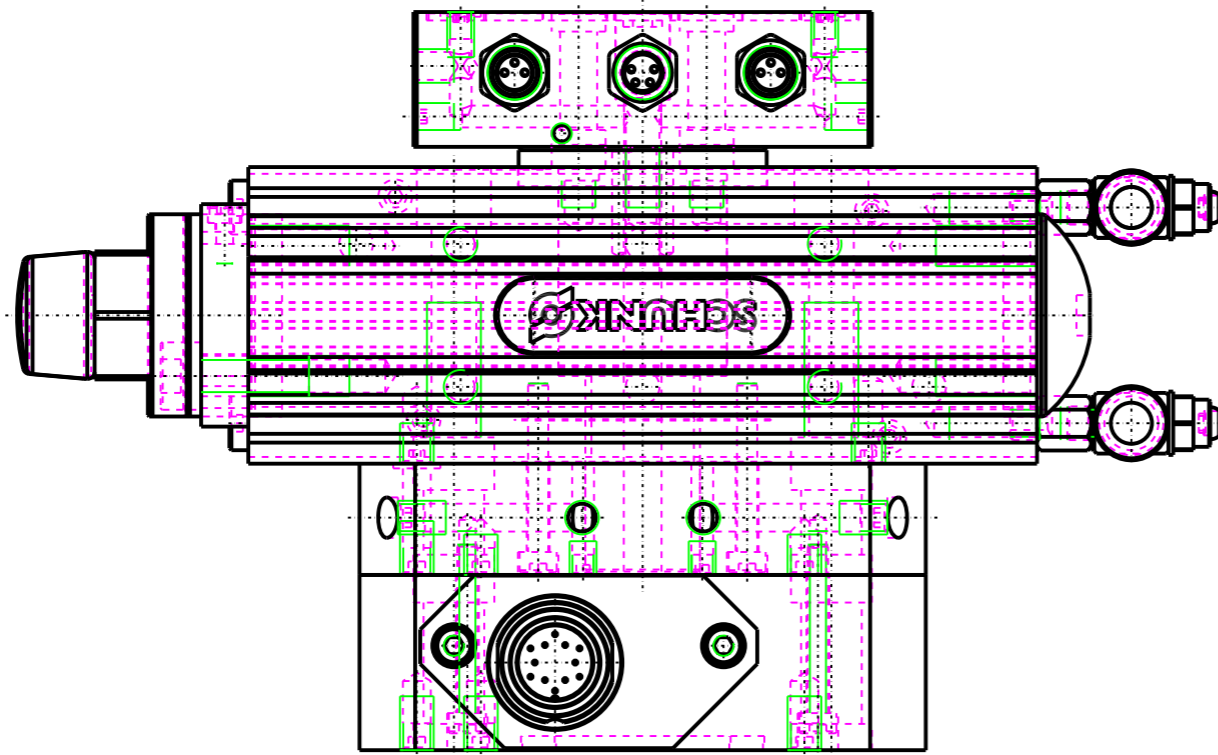
Document A-01. Vista placa adaptadora SRU-plus / PGN-plus	5
Document A-02. Conjunt cartesià i aplicació sense pneumàtica	7
Document A-03. Vista gir SRU-plus	9
Document A-04. Cotes placa adaptadora RPE-SRU-plus	11
Document A-05. Cotes placa adaptadora SRU-plus/PGN-plus.....	13
Document A-06. Esquema pneumàtic i elèctric (A)	15
Document A-07. Esquema elèctric (B)	17




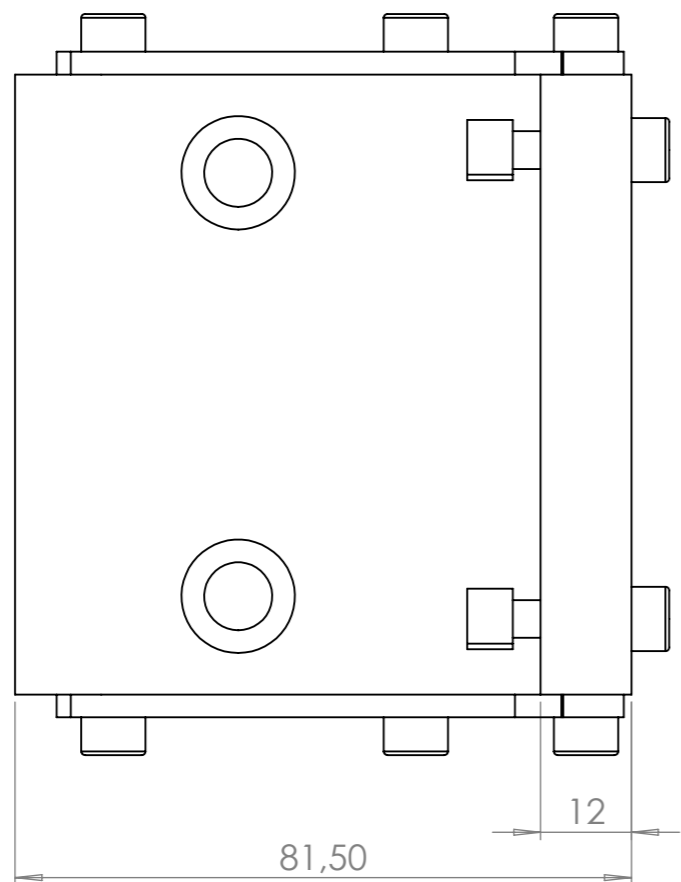
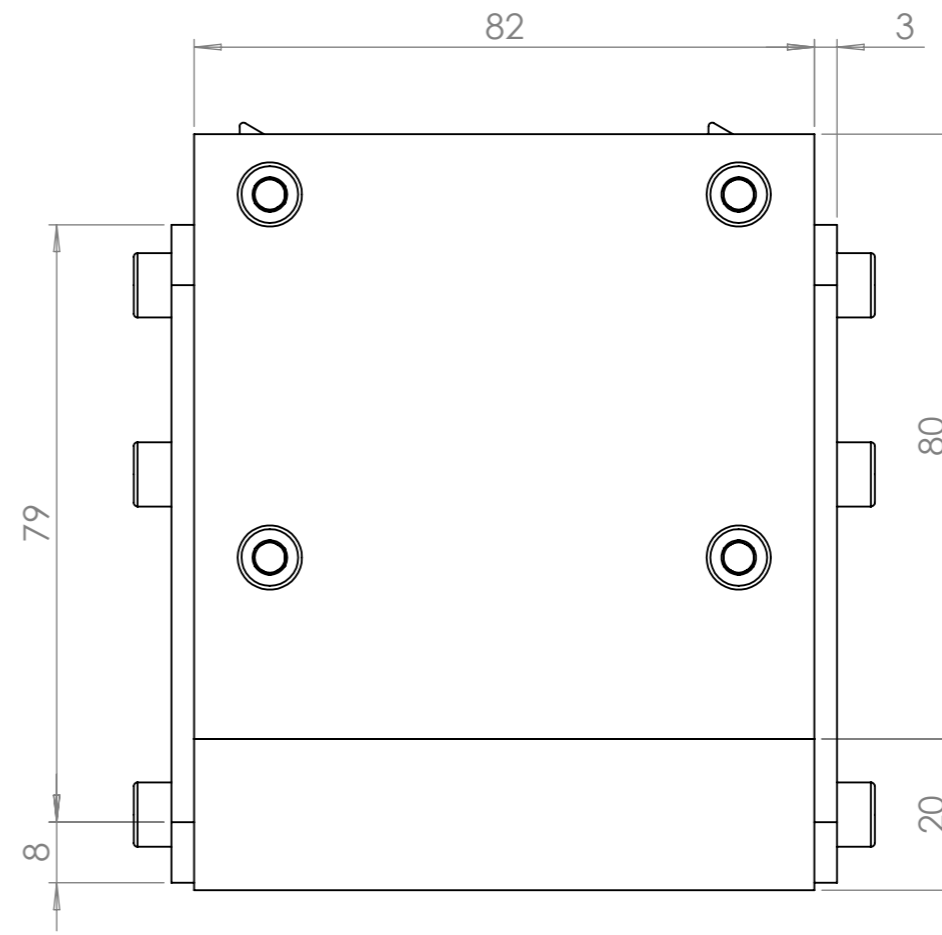
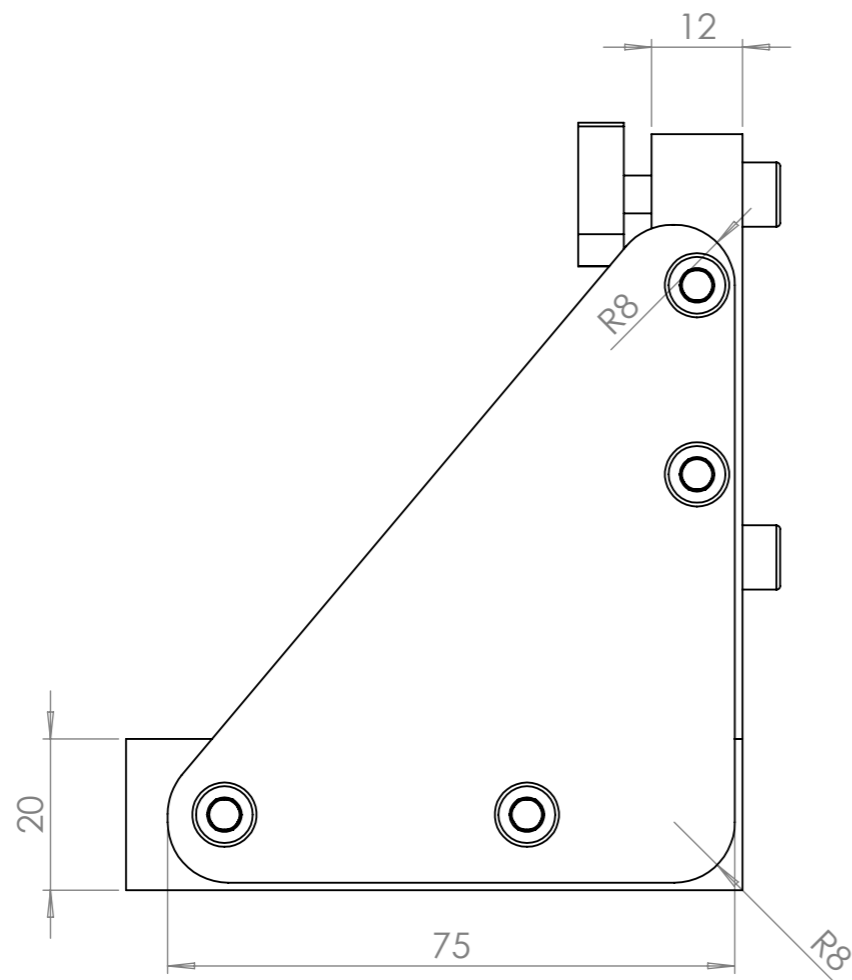
	Data	Nom	Signatura:	Escola Universitària Politécnica de Mataró  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA	
Dibuixat	08/12/2017	Roger Marfà			
Comprovat					
Escala:	Títol del plànol:			Número plànol:	Full:
1:2	Placa adaptadora SRU-plus i PGN-plus:			A-01	A3
1:1	Material: Alumini			Substitueix a:	
				Substituit per:	



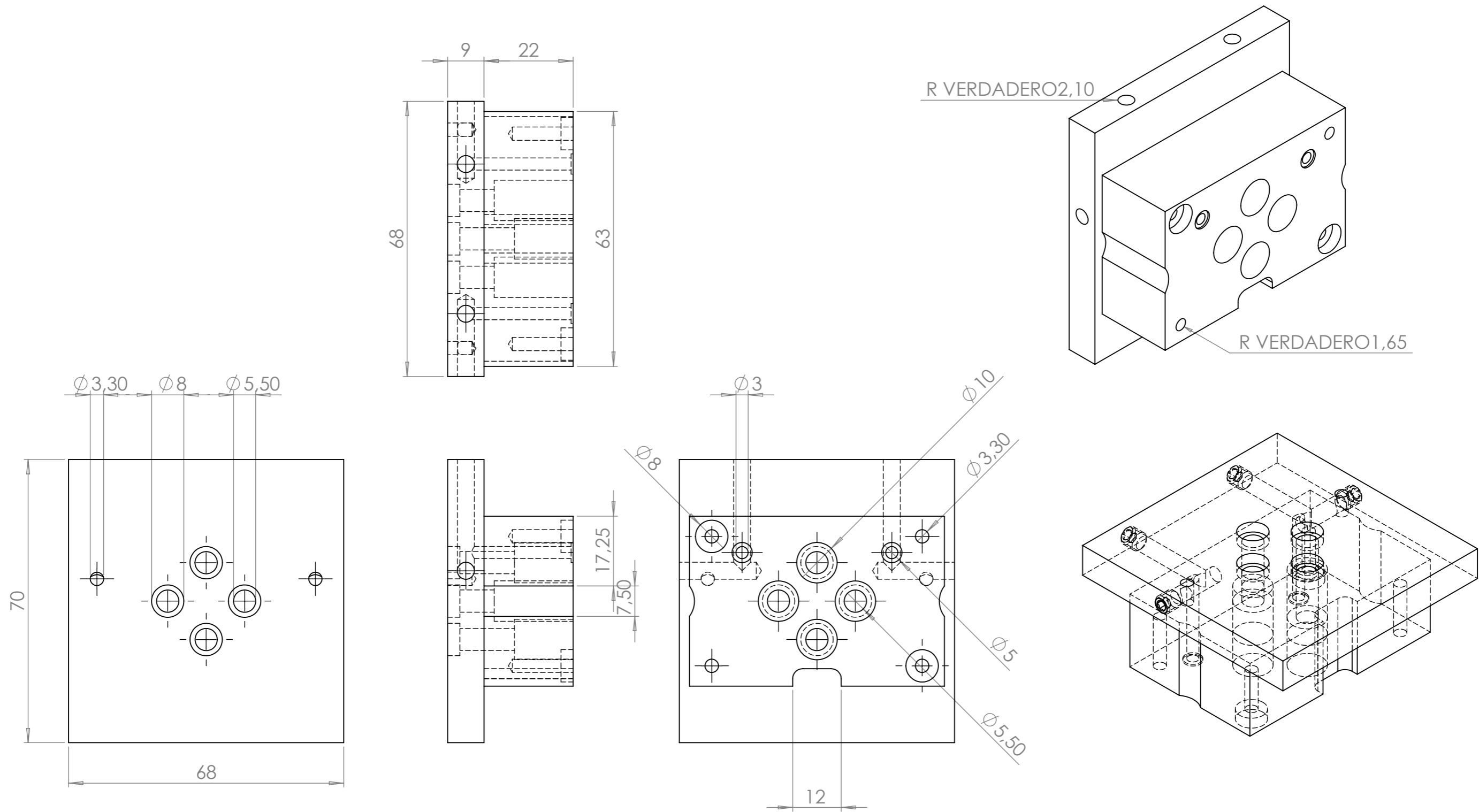
	Data	Nom	Signatura:	Escola Universitària Politècnica de Mataró  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA	
Dibuixat	08/12/2017	Roger Marfà			
Comprovat				Número plànol:	Full:
Escala:	Títol del plànol:			A-02	A3
1:2	Conjunt cartesià i aplicació sense pneumàtica ni sensòrica			Substitueix a:	
1:4				Substituit per:	



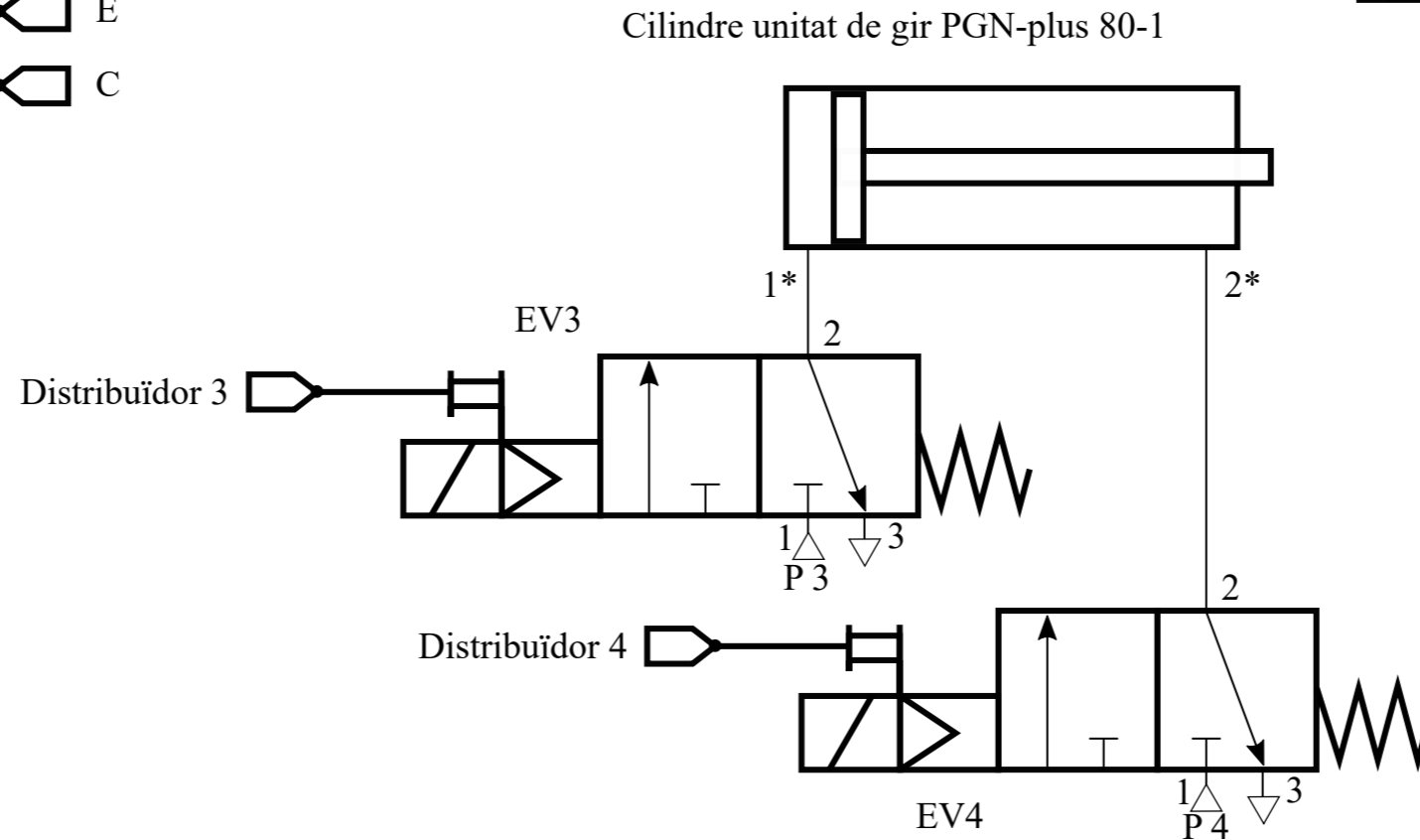
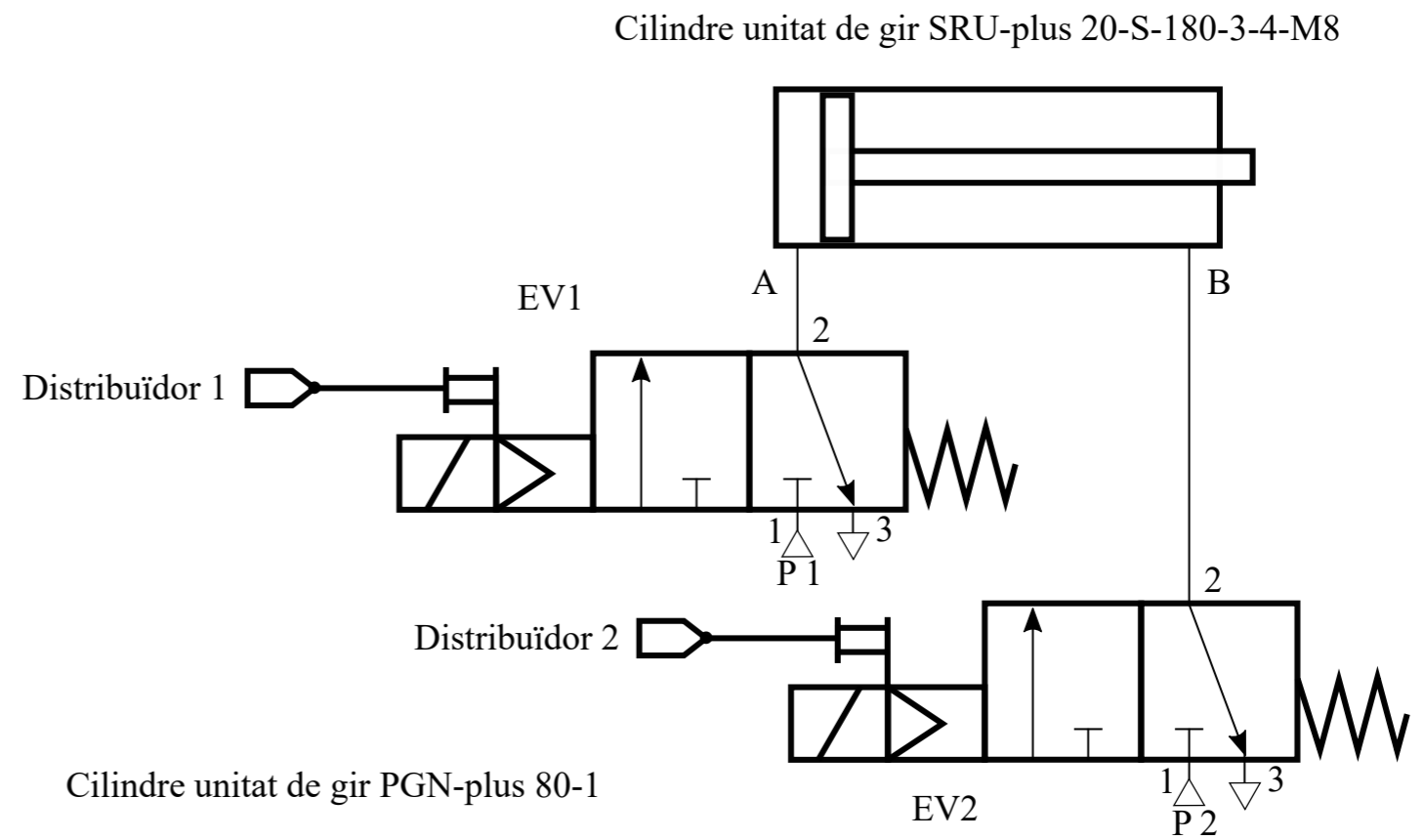
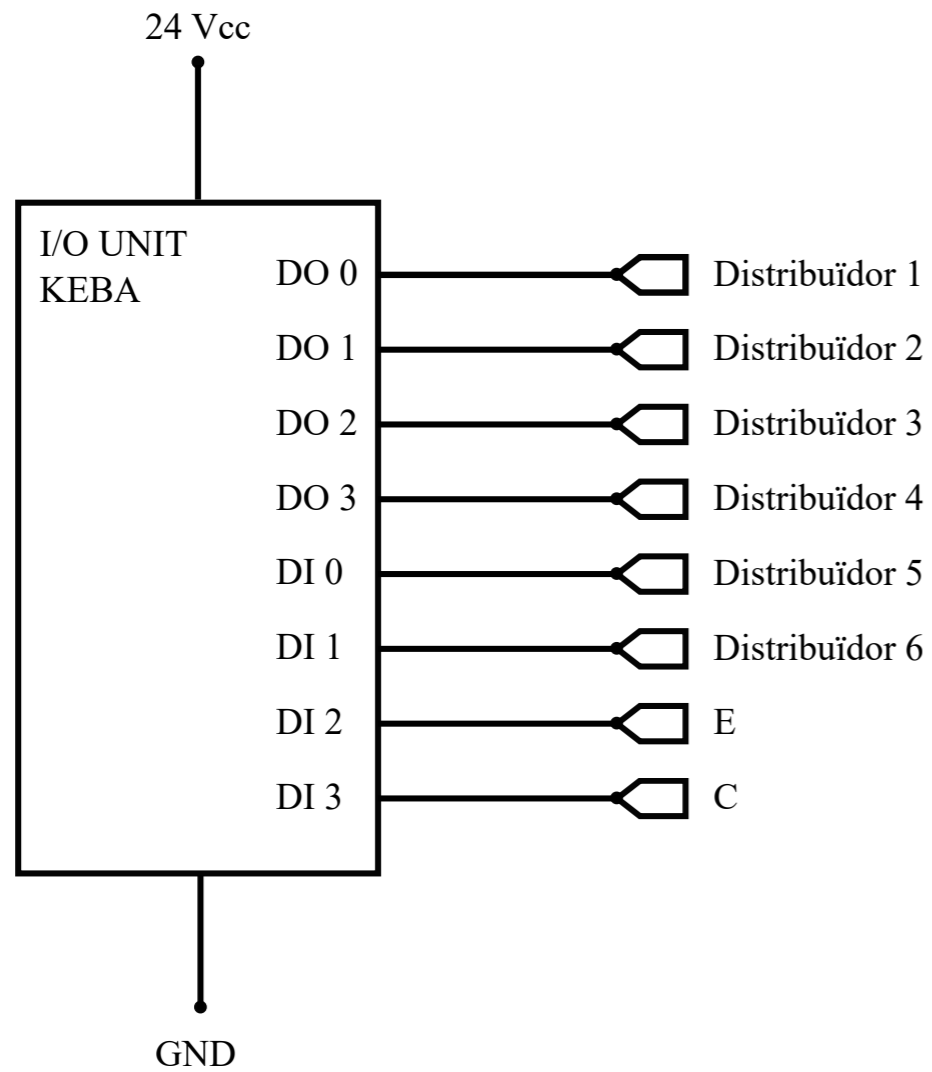
	Data	Nom	Signatura:	Escola Universitària Politécnica de Mataró  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA	
Dibuixat	10/12/2017	Roger Marfà			
Comprovat					
Escala:	Títol del plànol:			Número plànol:	Full:
1:1	Vista gir SRU-plus 20-W-180-3-4-M8			A-03	A3
				Substitueix a:	
				Substituit per:	



	Data	Nom	Signatura:	Escola Universitària Politécnica de Mataró  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA	
Dibuixat	14/12/2017	Roger Marfà			
Comprovat					
Escala:	Títol del plànol:			Número plànol:	Full:
1:1	Plano placa adaptadora RPE i SRU-plus			A-04	A3
				Substitueix a:	
				Substituit per:	



	Data	Nom	Signatura:	Escola Universitària Politécnica de Mataró  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA	
Dibuixat	14/12/2017	Roger Marfà			
Comprovat					
Escala:	Títol del plànol:			Número plànol:	Full:
1:1	Plano placa adaptadora SRU-plus i PGN-plus:			A-05	A3
				Substitueix a:	
				Substituit per:	



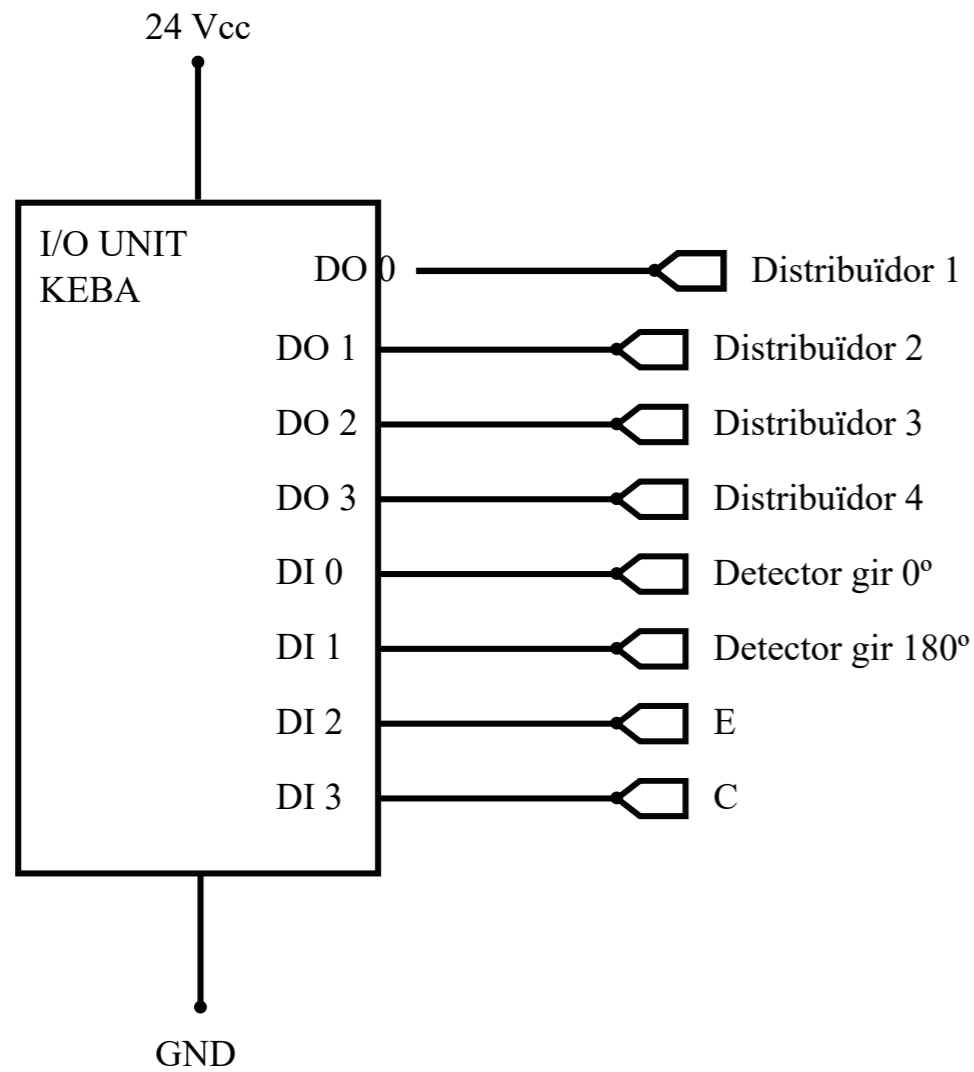
1* i 2* es refereix a les entrades 1 i 2 de l'EDF del gir SRU, ja que l'aire que alimenta la pinça passa a través de la unitat de gir

Llegenda:

Digital input/output	Codi color cable
DO 0	
DO 1	
DO 2	
DO 3	
DI 0	
DI 1	
DI 2	
DI 3	

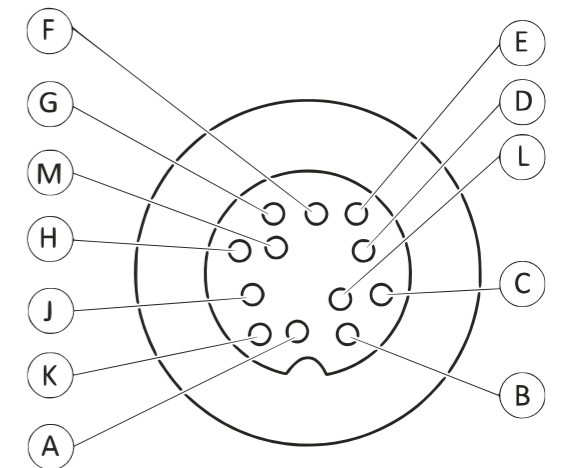
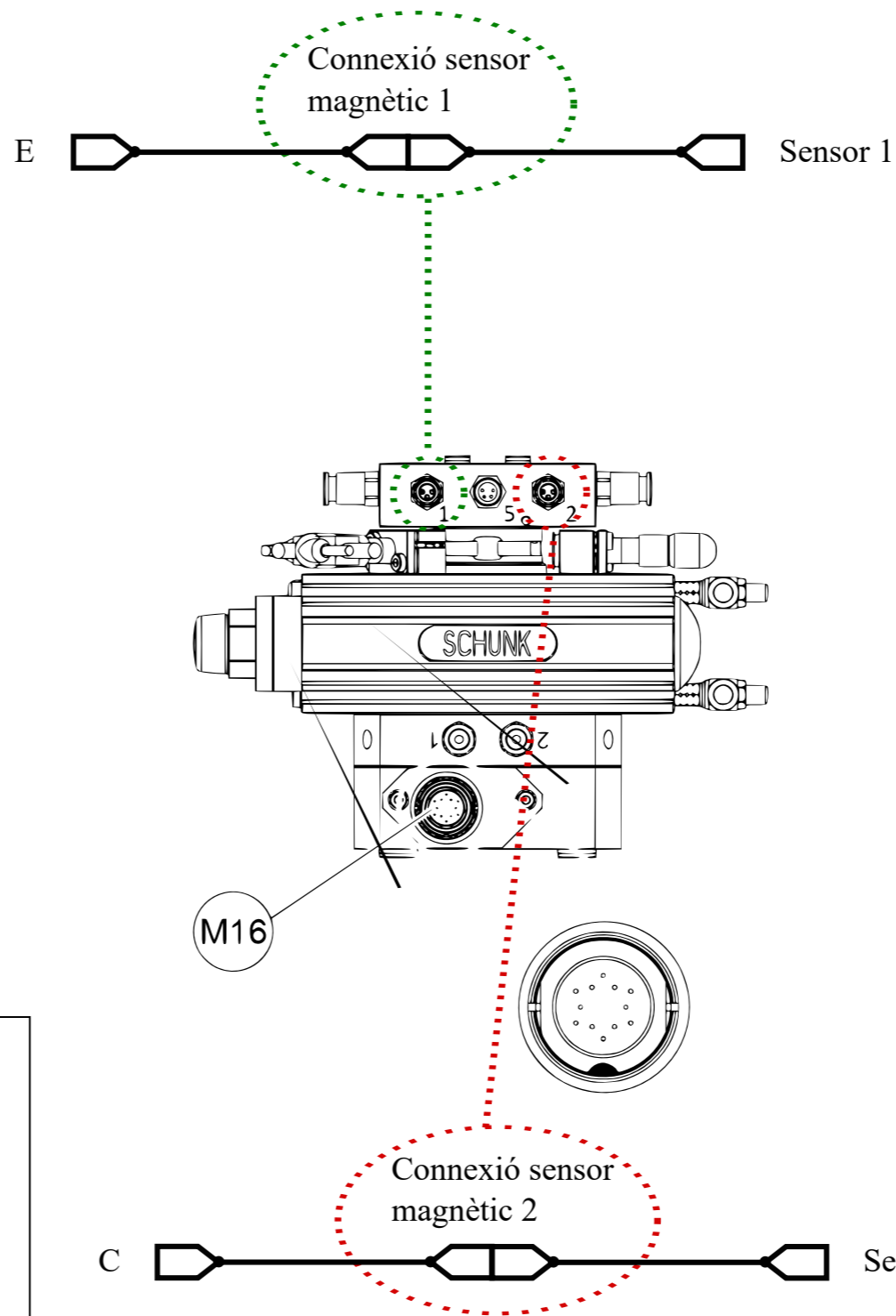
EV	Electrovàlvula
P	Pas pneumàtic

	Data	Nom	Signatura:	Escola Universitària Politècnica de Mataró UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
Dibuixat	15/12/2017	Roger Marfà		
Comprovat				
Escala:	Títol del plànol:			Número plànol:
	Esquema elèctric i pneumàtic de l'aplicació (A)			A-06
				Full: A3
				Substitueix a:
				Substituit per:



Llegenda:

PIN	Codi color cable	Assignació EDF	D I/O
A			
B		GND	
C		Sensor 2	DI 3
D			
E		Sensor 1	DI 2
F			
G			
H		+24 V	
J			
K			
L			
M			



Pin	Pin allocation SRU-plus
	20-35 EDF
A	Switching signal, sensor 3
B	GND (common)
C	Switching signal, sensor 2
D	Switching signal, sensor 4
E	Switching signal, sensor 1
F	Switching signal 1, sensor 5
G	Switching signal 2, sensor 5
H	+24 V (common)
J	Switching signal 1, sensor 6
K	Switching signal 2, sensor 6
L	- not connected -
M	- not connected -
Shield	SHD

	Data	Nom	Signatura:	Escola Universitària Politècnica de Mataró UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA	
Dibuixat	15/12/2017	Roger Marfà			
Comprovat				Número plànol:	Full:
Escala:	Títol del plànol:			A-07	A3
	Esquema elèctric de l'aplicació (B)			Substitueix a:	
				Substituit per:	

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

**DISSENY I IMPLEMENTACIÓ D'UNA PINÇA SCHUNK, PER A APLICACIONS DE
DEMOSTRACIÓ, EN UN ROBOT CARTESIÀ**

Estudi Econòmic

**ROGER MARFÀ I MIRÓ
PONENT: JOAN TRIADÓ**

TARDOR 2017



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Índex.

1. Pressupost.....	3
1.1. Amidaments.....	3
1.2. Quadre de preus	4
1.3. Pressupost Parcial	6
1.4. Pressupost Global	8
2. Execució del projecte.	9
2.1. Amidaments.....	9
2.2. Quadre de preus	10
2.3. Pressupost parcial	12
2.4. Pressupost Global	14

1. Pressupost.

1.1. Amidaments

En el present apartat s'indiquen els amidaments que fan referència al projecte d'enginyeria com es pot veure a la taula 8.1.

Capítol I: Elaboració del projecte		
Codi	Descripció	Parts iguals
1.0	Hores de projectista destinades a l'elaboració de l'avantprojecte	200
1.1	Hores de projectista destinades a la correcció de l'avantprojecte	20
1.2	Hores de projectista destinades al disseny i confecció de la peça	20
1.3	Hores de projectista destinades al dimensionament i compra de les referències	10
1.4	Hores de projectista destinades al disseny i confeccionament dels dits de la pinça	25
1.5	Hores del projectista destinades a l'assemblatge de les unitats al robot	30
1.6	Hores de projectista destinades a la realització de plànols i esquemes	25
1.7	Hores projectista destinades a la programació de l'aplicació	80
1.8	Hores projectista destinades a la implantació del sistema de seguretat de l'aplicació	40
1.9	Hores projectista destinades a la realització del tutorial de l'aplicació	20
1.10	Hores projectista destinades a la redacció de la documentació	120
1.11	Hores de projectista destinades a la revisió de format i ortografia	20
1.12	Hores de projectista destinades a la impressió i enquadernació del treball	25
1.13	Hores de projectista destinades a la preparació del CD i la documentació per entregar	10

Taula 1.1. Amidament de l'elaboració del projecte

Font: Elaboració Pròpia

Capítol II: Material		
Codi	Descripció	Parts iguals
2.0	Material d'oficina	1
2.1	Impressió dels documents del projecte	200
2.2	Enquadernació del document	1
2.3	Pinça PGN+80-1-AS	1
2.4	Actuador de gir SRU+20-W-180-3-4-M8	1
2.5	Detectors magnètics MMS-22-S-M8-PNP	4
2.6	Extensió de cable per als detectors	4
2.7	Electrovàlvules ABV-MV30-G1/8-V4-M8	3
2.8	Placa adaptadora robot cartesià	1
2.9	Placa adaptadora actuador gir	1
2.10	Transport Material	1

Taula 1.2. Amidament dels costos de material

Font: Elaboració Pròpia

1.2. Quadre de preus

En aquest apartat s'indiquen els quadres de preus que fan referència al projecte d'enginyeria.

Capítol I: Elaboració del projecte		
Codi	Descripció	Preu unitari (€)
1.0	Hores	20
1.1	Hores	15
1.2	Hores	25
1.3	Hores	15
1.4	Hores	25
1.5	Hores	30
1.6	Hores	25
1.7	Hores	30
1.8	Hores	30
1.9	Hores	20
1.10	Hores	20

(Continuació) Capítol I: Elaboració del projecte		
Codi	Descripció	Preu unitari (€)
1.11	Hores	15
1.12	Hores	10
1.13	Hores	10

Taula 1.3. Preus de l'elaboració del projecte

Font: Elaboració Pròpia

Capítol II: Material		
Codi	Unitats	Preu unitari (€)
2.0	-	10,00
2.1	Fulls	0,15
2.2	-	100,00
2.3	-	778,26
2.4	-	1279,66
2.5	-	38,42
2.6	-	28,34
2.7	-	315,01
2.8	-	429,00
2.9	-	393,00
2.10	-	17,30

Taula 1.4. Preus dels materials

Font: Elaboració Pròpia

1.3. Pressupost Parcial

En aquest apartat es detallarà el pressupost parcial del projecte, en la Taula 8.5 es pot veure el pressupost parcial de l'elaboració del projecte.

Capítol I: Elaboració del projecte				
Codi	Descripció	Unitats	Preu unitari (€)	Import
1.0	Hores de projectista destinades a l'elaboració de l'avantprojecte	200	20	4.000
1.1	Hores de projectista destinades a la correcció de l'avantprojecte	20	15	300
1.2	Hores de projectista destinades al disseny i confecció de la peça	20	25	500
1.3	Hores de projectista destinades al dimensionament i compra de les referències	10	15	150
1.4	Hores de projectista destinades al disseny i confeccionament dels dits de la pinça	25	25	625
1.5	Hores del projectista destinades a l'assemblatge de les unitats al robot	30	30	900
1.6	Hores de projectista destinades a la realització de plànols i esquemes	25	25	625
1.7	Hores projectista destinades a la programació de l'aplicació	80	30	2.400
1.8	Hores projectista destinades a la implantació del sistema de seguretat de l'aplicació	40	30	1.200
1.9	Hores projectista destinades a la realització del tutorial de l'aplicació	20	20	400
1.10	Hores projectista destinades a la redacció de la documentació	120	20	2.400
1.11	Hores de projectista destinades a la revisió de format i ortografia	20	15	300
1.12	Hores de projectista destinades a la impressió i enquadernació del treball	25	10	250
1.13	Hores de projectista destinades a la preparació del CD i la documentació per entregar	10	10	100
Costos Indirectes				
1,14	Costos Indirectes mà d'obra			2.830
TOTAL CAPÍTOL I (25% de marge)				21.250

Taula 1.5. Pressupost parcial de l'elaboració del projecte

Font: Elaboració Pròpia

El pressupost parcial dels materials es pot veure a la Taula 1.6.

Capítol II: Material				
Codi	Descripció	Unitats	Preu unitari (€)	Import
2.0	Material d'oficina	1	10	10
2.1	Impressió dels documents del projecte	200	0,15	30
2.2	Enquadernació del document	1	100	100
2.3	Pinça PGN+80-1-AS	1	778,26	778,26
2.4	Actuador de gir SRU+20-W-180-3-4-M8	1	1279,66	1.279,66
2.5	Detectors magnètics MMS-22-S-M8-PNP	4	38,42	153,68
2.6	Extensió de cable per als detectors	4	28,34	113,36
2.7	Electrovàlvules ABV-MV30-G1/8-V4-M8	3	315,01	945,03
2.8	Placa adaptadora robot cartesià	1	429,00	429,00
2.9	Placa adaptadora actuador gir	1	393,00	393,00
2.10	Transport Material	1	17,30	17,30
Costos Indirectes				
Costos Indirectes material				849
TOTAL CAPÍTOL I (25% de marge)				6.373

Taula 1.6. Pressupost parcial dels materials

Font: Elaboració Pròpia

El pressupost parcial de les amortitzacions es pot veure a la Taula 1.7. S'amortitzarà el software emprat per a la realització del projecte, així com el portàtil que s'ha utilitzat per a escriure tots els documents i plànols, així com per a utilitzar el programes anunciats.

Capítol III: Amortitzacions				
Cost de Material				
Codi	Descripció	Cost Inversió	N (anys)	€/any
3.0	Ordinador	1200	3	400
3.1	Software Microsoft Office Professional	425,81	3	141,94
3.2	Software Microsoft Project Professional	1.081,51	3	360,51
3.3	Software Microsoft Visio Professional	853,81	3	284,61
3.4	Software AutoCad	3.613,31	3	1.204,44
TOTAL CAPÍTOL III (15% de marge)				2.750

Taula 1.7. Pressupost parcial de les amortitzacions

Font: Elaboració Pròpia

1.4. Pressupost Global

Finalment, a la Taula 1.8, es pot visualitzar el pressupost total final del projecte.

Pressupost del Projecte	
Concepte	Import (€)
Capítol I: Elaboració del projecte	21.250
Capítol II: Materials	6.373
Capítol III: Amortitzacions	2.750
Subtotal	30.373
IVA (21%)	6.378,33
TOTAL PRESSUPOST	36.751,33

Taula 1.8. Pressupost del projecte

Font: Elaboració Pròpia

2. Execució del projecte.

Com a conseqüència de les desviacions en la planificació del projecte, el pressupost no s'ajusta a la realitat de l'execució del projecte i consegüentment s'ha de fer un nou estudi dels costos que s'han originat a partir de l'evolució i la posada en marxa del projecte.

2.1. Amidaments.

En aquest apartat es fa referència als amidaments sorgits en el projecte d'enginyeria.

Capítol I: Elaboració del projecte		
Codi	Descripció	Parts iguals
1.0	Hores de projectista destinades a l'elaboració de l'avantprojecte	200
1.1	Hores de projectista destinades a la correcció de l'avantprojecte	5
1.2	Hores de projectista destinades al disseny i confecció de la peça	25
1.3	Hores de projectista destinades al dimensionament i compra de les referències	10
1.4	Hores de projectista destinades al disseny i confecció dels dits de la pinça	25
1.5	Hores del projectista destinades a l'assemblatge de les unitats al robot	35
1.6	Hores de projectista destinades a la realització de plànols i esquemes	40
1.7	Hores projectista destinades a la programació de l'aplicació	70
1.8	Hores projectista destinades a la implantació del sistema de seguretat de l'aplicació	25
1.9	Hores projectista destinades a la realització del tutorial de l'aplicació	25
1.10	Hores projectista destinades a la redacció de la documentació	120
1.11	Hores de projectista destinades a la revisió de format i ortografia	20
1.12	Hores de projectista destinades a la impressió i enquadernació del treball	25
1.13	Hores de projectista destinades a la preparació del CD i la documentació per entregar	10

Taula 2.1. Amidament de l'elaboració del projecte

Font: Elaboració Pròpia

Capítol II: Material		
Codi	Descripció	Parts iguals
2.0	Material d'oficina	1
2.1	Impressió dels documents del projecte	200
2.2	Enquadernació del document	1
2.3	Pinça PGN+80-1-AS	1
2.4	Actuador de gir SRU+20-W-180-3-4-M8	1
2.5	Detectors magnètics MMS-22-S-M8-PNP	4
2.6	Extensió de cable per als detectors	4
2.7	Electrovàlvules ABV-MV30-G1/8-V4-M8	3
2.8	Placa adaptadora robot cartesià	1
2.9	Placa adaptadora actuador gir	1
2.10	Transport Material	1
2.11	Cubs	1
2.11	Moble projecte	1

Taula 2.2. Amidament dels costos de material

Font: Elaboració Pròpia

2.2. Quadre de preus

En aquest apartat es fa referència als preus del projecte d'enginyeria.

Capítol I: Elaboració del projecte		
Codi	Descripció	Preu Unitari (€)
1.0	Hores	20
1.1	Hores	15
1.2	Hores	25
1.3	Hores	15
1.4	Hores	25
1.5	Hores	30
1.6	Hores	25
1.7	Hores	30

Capítol I: Elaboració del projecte		
Codi	Descripció	Preu Unitari (€)
1.8	Hores	30
1.9	Hores	20
1.10	Hores	20
1.11	Hores	15
1.12	Hores	10
1.13	Hores	10

Taula 2.3. Preus de l'elaboració del projecte.

Font: Elaboració Pròpia

Capítol II: Material		
Codi	Unitats	Preu unitari (€)
2.0	-	10,00
2.1	Fulls	0,15
2.2	-	100,00
2.3	-	778,26
2.4	-	1279,66
2.5	-	38,42
2.6	-	28,34
2.7	-	315,01
2.8	-	429,00
2.9	-	393,00
2.10	-	17,30
2.11	-	213
2.12	-	2035

Taula 2.4. Preus del material.

Font: Elaboració Pròpia

2.3. Pressupost parcial

En aquest apartat es detallarà el pressupost parcial del projecte, en la Taula 2.5 es pot veure el pressupost parcial de l'elaboració del projecte.

Capítol I: Elaboració del projecte				
Codi	Descripció	Unitats	Preu unitari (€)	Import
1.0	Hores de projectista destinades a l'elaboració de l'avantprojecte	200	20	4.000
1.1	Hores de projectista destinades a la correcció de l'avantprojecte	5	15	300
1.2	Hores de projectista destinades al disseny i confecció de la peça	25	25	500
1.3	Hores de projectista destinades al dimensionament i compra de les referències	10	15	150
1.4	Hores de projectista destinades al disseny i confeccionament dels dits de la pinça	25	25	625
1.5	Hores del projectista destinades a l'assemblatge de les unitats al robot	35	30	900
1.6	Hores de projectista destinades a la realització de plànols i esquemes	40	25	625
1.7	Hores projectista destinades a la programació de l'aplicació	70	30	2.400
1.8	Hores projectista destinades a la implantació del sistema de seguretat de l'aplicació	25	30	1.200
1.9	Hores projectista destinades a la realització del tutorial de l'aplicació	25	20	400
1.10	Hores projectista destinades a la redacció de la documentació	120	20	2.400
1.11	Hores de projectista destinades a la revisió de format i ortografia	20	15	300
1.12	Hores de projectista destinades a la impressió i enquadernació del treball	25	10	250
1.13	Hores de projectista destinades a la preparació del CD i la documentació per entregar	10	10	100
Costos Indirectes				

Capítol I: Elaboració del projecte (Continuació)		
1.14	Costos Indirectes mà d'obra	2.785
TOTAL CAPÍTOL I (25% de marge)		20.887,5

Taula 2.4. Pressupost parcial de l'elaboració del projecte

Font: Elaboració Pròpia

El pressupost parcial dels materials es pot veure a la Taula 2.6.

Capítol II: Material				
Codi	Descripció	Unitats	Preu unitari (€)	Import
2.0	Material d'oficina	1	10	10
2.1	Impressió dels documents del projecte	200	0,15	30
2.2	Enquadernació del document	1	100	100
2.3	Pinça PGN+80-1-AS	1	778,26	778,26
2.4	Actuador de gir SRU+20-W-180-3-4-M8	1	1279,66	1.279,66
2.5	Detectors magnètics MMS-22-S-M8-PNP	4	38,42	153,68
2.6	Extensió de cable per als detectors	4	28,34	113,36
2.7	Electrovàlvules ABV-MV30-G1/8-V4-M8	3	315,01	945,03
2.8	Placa adaptadora robot cartesià	1	429,00	429,00
2.9	Placa adaptadora actuador gir	1	393,00	393,00
2.10	Transport Material	1	17,30	17,30
2.11	Cubs	1	213	213
2.12	Moble projecte	1	2035	23035
Costos Indirectes				
Costos Indirectes material				1299,46
TOTAL CAPÍTOL I (25% de marge)				6.935,94

Taula 2.5. Pressupost parcial dels materials

Font: Elaboració Pròpia

El pressupost parcial de les amortitzacions es pot veure a la Taula 2.7. S'amortitzarà el software emprat per a la realització del projecte, així com el portàtil que s'ha utilitzat per a escriure tots els documents i plànols, així com per a utilitzar el programes anunciats.

Capítol III: Amortitzacions				
Cost de Material				
Codi	Descripció	Cost Inversió	N (anys)	€/any
3.0	Ordinador	1200	3	400
3.1	Software Microsoft Office Professional	425,81	3	141,94
3.2	Software Microsoft Project Professional	1.081,51	3	360,51
3.3	Software Microsoft Visio Professional	853,81	3	284,61
3.4	Software AutoCad	3.613,31	3	1.204,44
TOTAL CAPÍTOL III (15% de marge)				2.750

Taula 2.6. Pressupost parcial de les amortitzacions

Font: Elaboració Pròpia

2.4. Pressupost Global

Finalment, a la Taula 1.8, es pot visualitzar el pressupost total final del projecte.

Pressupost del Projecte	
Concepte	Import (€)
Capítol I: Elaboració del projecte	20.887,50
Capítol II: Materials	6.935,94
Capítol III: Amortitzacions	2.750
Subtotal	30.573
IVA (21%)	6.420,42
TOTAL PRESSUPOST	36.993,86

Taula 2.7. Pressupost del projecte

Font: Elaboració Pròpia

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA**

Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

**DISSENY I IMPLEMENTACIÓ D'UNA PINÇA SCHUNK, PER A APLICACIONS DE
DEMOSTRACIÓ, EN UN ROBOT CARTESIÀ**

Avantprojecte

**ROGER MARFÀ I MIRÓ
PONENT: JOAN TRIADÓ**

TARDOR 2017



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Resum

Aquest projecte es marca com a objectiu el disseny i la implantació d'una pinça i un actuator en un robot cartesià, tot emprant productes de la marca SCHUNK. Englobarà també la programació i automatització d'una aplicació de màrqueting, emprant el robot i els productes instal·lats. Així mateix, pretén presentar l'evolució de l'aplicació programada, plasmant tota la informació en una guia explicativa feta per a ampliar les pràctiques de l'assignatura de Robòtica de la Universitat del TecnoCampus.

Resumen

Este proyecto se marca como objetivo el diseño y la implantación de una pinza y un actuator en un robot cartesiano, utilizando productos de la marca SCHUNK. Englobará también la programación y automatización de una aplicación de marketing, utilizando el robot y los productos instalados. Asimismo, pretende presentar la evolución de la aplicación programada, plasmando toda la información en una guía explicativa hecha para la ampliación de las prácticas de la asignatura de Robótica de la Universidad del TecnoCampus.

Abstract

This project sets its objective on the designing and implantation of a gripper and an actuator in a Cartesian robot, using products from the SCHUNK brand. It will also include the programming and the automation of a marketing application, using the robot and the installed products. Likewise, it intends to present the evolution of the programming application, drawing all the information in an explanatory guide made to extend the Robotics' subject practices of the University in TecnoCampus.

Índex.

Índex de figures.....	V
Índex de taules.....	VII
Glossari de termes.	IX
1. Objecte.....	1
2. Antecedents i necessitats d'informació.....	3
2.1. La robòtica Industrial.	3
2.2. Tipologies de robots.	6
2.2.1. Robots androides i zoomorfes.	6
2.2.2. Robots mòbils.....	7
2.2.3. Robots de serveis.....	8
2.2.4. Robots teleoperats i telemanipulats.	9
2.3. Robots Industrials.	9
2.4. Classificació del robots industrials.	11
2.4.1. Robot Cartesià.	11
2.4.2. Robot Polar o esfèric.	12
2.4.3. Robot cilíndric.....	13
2.4.4. Robot angular o antropomòrfic.....	13
2.4.5. Robot SCARA.....	14
2.5. Característiques i conceptes dels robots industrials.	15
2.6. Sistemes de subjecció per a robots.	16
2.6.1. Pinces de dos dits paral·lels.....	16
2.6.2. Pinces de dos dits angulars.	19
2.6.3. Pinces de tres dits o còntriques.....	20
2.6.4. Pinces de quatre dits.	22
2.6.5. Pinces per a juntes tòriques.	22

2.7. Accessoris per als sistemes de subjecció.....	23
2.7.1. Canviadors ràpids de pinces.	25
2.7.2. Unitats compensadores.	25
2.7.3. Unitats anticollisió.....	27
2.7.4. Sensors de força.....	27
2.7.5. Unitats de transferència de passos pneumàtics i elèctrics.....	28
2.7.6. Accessoris per al control de posició i mesura.....	29
2.8. Actuadors per als sistemes de subjecció.	29
2.8.1. Actuadors de gir.....	30
2.8.2. Actuadors de posicionament lineal.	32
2.9. SCHUNK GmbH & Co. KG.....	35
2.9.1. Categories de producte SCHUNK.	37
3. Abast del projecte.....	39
4. Objectius i especificacions tècniques.....	41
5. Generació i plantejament de possibles solucions alternatives.	43
5.1. Robot industrial.	43
5.2. Sistema de subjecció.	43
5.3. Actuator.	44
5.4. Sistema de detecció.	45
6. Anàlisi de viabilitat.	47
6.1. Viabilitat tècnica.	47
6.1.1. Robot Cartesià.	47
6.1.2. Pinça paral·lela	48
6.1.3. Gir.....	49
6.1.4. Sistemes de detecció.....	49
6.2. Viabilitat econòmica.	50
6.2.1. Pressupost del projecte.	50

6.3. Viabilitat mediambiental.	51
7. Planificació.....	53
8. Pressupost.....	55
8.1. Amidaments.....	55
8.2. Quadre de preus	56
8.3. Pressupost Parcial.....	58
8.4. Pressupost Global	61
9. Referències.....	63

Índex de figures.

Fig. 2.1. Imatge del Robot Ultimate	4
Fig. 2.2. Exemple de robot androide i zoomòrfic	7
Fig. 2.3. Exemples de robots mòbils	7
Fig. 2.4. Exemple de Robots de serveis de neteja.	8
Fig. 2.5. Exemple de robot teleoperat.....	9
Fig. 2.6. Exemple de Robot Cartesià	12
Fig. 2.7. Robot Polar Unimate de Kawasaki	12
Fig. 2.8. Exemple de robot cilíndric PlateCrane	13
Fig. 2.9. Exemple de robot angular o antropomòrfic	14
Fig. 2.10. Exemple de robot SCARA	14
Fig. 2.11. Exemple de pinça paral·lela de dos dits	17
Fig. 2.12. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça paral·lela	17
Fig. 2.13. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça angular	19
Fig. 2.14. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça cèntrica.....	20
Fig. 2.15. Taules de relació força de la pinça-tamany dels dits.....	21
Fig. 2.16. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça de quatre dits.....	22
Fig. 2.17. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça per a juntes tòriques	23
Fig. 2.18. Exemples de canviadors de pines	25
Fig. 2.19. Exemple de l'estructura i funcionament d'un compensador.....	26

Fig. 2.20. AGE-Z 2, AGE-S i AGE-W.	26
Fig. 2.21. Exemple de l'estructura i funcionament d'un anticoll·lisionador.....	27
Fig. 2.22. Exemple de l'estructura i funcionament d'un sensor de força.....	28
Fig. 2.23. Exemple de l'estructura i funcionament del DDF 2	28
Fig. 2.24. Exemples de detectors.....	29
Fig. 2.25. Exemple de l'estructura i funcionament del gir SRM.	30
Fig. 2.26. Exemple de l'estructura i funcionament del gir SRU mini.....	31
Fig. 2.27. Exemple de l'estructura i funcionament del gir SRU plus	31
Fig. 2.28. Exemple de l'estructura i funcionament de l'eix lineal LDN	32
Fig. 2.29. Estructura i funcionament del fre mecànic d'un eix lineal	33
Fig. 2.30. Exemple de l'estructura i funcionament de l'eix Alpha	33
Fig. 2.31. Exemple de l'estructura i funcionament de l'eix PMP	34
Fig. 2.32. Exemple de l'estructura i funcionament de l'eix LM	35
Fig. 2.33. Logotip de SCHUNK.....	35
Fig. 2.34. Imatge corporativa de SCHUNK, el porter alemany Jens Lehmann	36
Fig. 7.1. Diagrama de Gantt	54

Índex de taules.

Taula 2.1. Exemple de les diferents possibilitat de pinces i models	18
Taula 2.2. Característiques tècniques de la pinça GAP	19
Taula 2.3. Característiques tècniques de la pinça de tres dits PZN+.....	21
Taula 2.4. Característiques tècniques de la pinça de tres dits PGN+	24
Taula 5.1. Rúbrica avaluació pel tipus de robot industrial	43
Taula 5.2. Rúbrica avaluació pel tipus de subjecció.....	44
Taula 5.3. Rúbrica avaluació pel tipus d'actuador	44
Taula 5.4. Rúbrica avaluació pel tipus de detecció.	45
Taula 6.1. Quadre de costos	50
Taula 6.2. Factors ambientals impactats.....	51
Taula 6.3. Factors impactats	52
Taula 7.1. Resum de tasques	53
Taula 8.1. Amidament de l'elaboració del projecte.....	55
Taula 8.2. Amidament dels costos de material.....	56
Taula 8.3. Preus de l'elaboració del projecte.....	57
Taula 8.4. Preus dels materials	57
Taula 8.5. Pressupost parcial de l'elaboració del projecte	58
Taula 8.6. Pressupost parcial dels materials	59
Taula 8.7. Pressupost parcial de les amortitzacions	60
Taula 8.8. Pressupost del projecte	61

Glossari de termes.

ABB	Empresa del sector de la robòtica. Correspon a les inicials de <i>Asea Brown Boveri</i>
ASEA	Empresa sueca, el nom correspon a les inicials del suec, <i>Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget</i> . Es va fusionar amb Brown Boveri formant ABB.
CoDeSys	Entorn de desenvolupament per a la programació de controladors d'acord amb l'estàndard industrial internacional IEC 61131-3. És un acrònim i significa Sistema de Desenvolupament de Controladors.
DC	Inicials en anglès de <i>direct corrent</i> (Corrent continu).
Diagrama de Gantt	Eina per a la planificació i gestió de tasques necessàries per a la realització d'un projecte.
Drone	Vehicle robòtic, en general solen ser aeris.
Encoder	Codificador o descodificador que converteix informació en un format de dades específic en un altre, amb la finalitat de poder interactuar-hi.
GDL	Graus de Llibertat
IFR	Inicials de l'anglès, <i>International Federation of Robotics</i> .
KEBA	Empresa del sector de l'automatització per a solucions industrials.
LED	Díode emissor de llum.
OpenSource	Format de codi lliure per ser emprat per hom, sense llicència.
Protecció IP	Norma estandarditzada per a definir el nivell de protecció d'un element a la entrada de materials estranys.
PUMA	Inicials de l'anglès, <i>Programmable Universal Machine for Assembly</i> .
SCARA	Inicials de l'anglès, <i>Selective Compliance Arm for Robotic Assambly</i> .

X

Tech Center Edifici per a la realització d'esdeveniments de l'empresa SCHUNK, ubicat al parc Universitari del TecnoCampus.

VAL Inicials de l'anglès, *Victor's Assembly Language*.

1. Objecte

L'objecte del present projecte consisteix en el disseny i implementació d'una pinça *SCHUNK* en el robot cartesià que es troba a les instal·lacions de l'empresa *SCHUNK Intec S.L.U.*, més exactament al TecCenter, l'espai de divulgació i demostració dels productes de l'empresa, i en el que s'hi realitzen cursos i xerrades d'interès general per a enginyers i treballadors del sector de l'Automatització i la Robòtica.

El treball es durà a terme dins del pretext que es contracte una enginyeria integral per tal de gestionar el projecte. La tasca inclourà un anàlisi de les diferents tecnologies a nivell de pinces pneumàtiques de què disposa l'empresa i es farà una conseqüent tria que anirà dictaminada segons les necessitats i els requeriments tècnics de l'aplicació. L'ús de la tecnologia pneumàtica passa a ser la solució òptima donat el condicionament de l'espai.

L'aplicació a realitzar serà d'un caire demostratiu i en certa manera de Merchandising de la marca *SCHUNK*, per motius evidents donat l'emplaçament de l'aplicació. D'aquesta manera l'aplicació incorporarà el disseny tipogràfic de la companyia, i el color corporatiu: el blau.

Com bé s'ha dit, juntament amb la implementació de la pinça, es farà el disseny d'un aplicatiu combinant el mecanisme del robot cartesià amb la tecnologia de subjecció afegida.

Aquesta aplicació es farà utilitzant el sistema de *Keba, KeStudio* ja instal·lat en el robot cartesià, ja que és el software OpenSource per a programació de robòtica més usat, i que engloba el llenguatge Codesys.

En el present avantprojecte es farà l'estudi i el disseny de tot el necessari per a dur a terme l'aplicació i la implementació, que es realitzarà dins el projecte de detall.

2. Antecedents i necessitats d'informació.

Per tal de poder oferir una bona resolució del plantejament del projecte, es planteja la necessitat d'englobar un conjunt de necessitats d'informació a conèixer per a poder treballar assegurant que el que es realitzarà serà de forma correcta.

Aquest capítol doncs, engloba les necessitats d'informació sobre el funcionament de les pinces SCHUNK, accessoris de les mateixes, així com del robot cartesià. Es plantejarà doncs, tota la informació que es presenti destacable i notòria per a ser explicada, fent a la mateixa manera d'introducció al projecte.

2.1. La robòtica Industrial.

La tendència industrial de molts sectors passa per l'Automatització dels processos de producció, gestió o emmagatzemament. Si bé tot plegat va començar amb un simple braç articulat controlat per una computadora, invenció de George Devol el 1954 i que fou considerat el primer robot industrial, el potencial que aquest artefacte va desplegar, va crear la necessitat de seguir investigant per a crear quelcom que fos d'utilitat per a l'indústria, i que també representaria un negoci un canvi en el paradigma industrial de l'època.

Dos anys després de que Devol creés el primer esbós de robot industrial de la història, va fundar juntament amb Joseph Engelberger l'empresa Unimation dedicada a la fabricació de Robots. Aquesta empresa fou el detonant d'aquest nou sector, llençant a molts emprenedors a endinsar-se en el món de la robòtica.

El 1961, ja consolidada l'empresa Unimation, es comencen a realitzar proves d'un robot Unimate accionat hidràulicament, en un procés de fosa en motlles a General Motors.

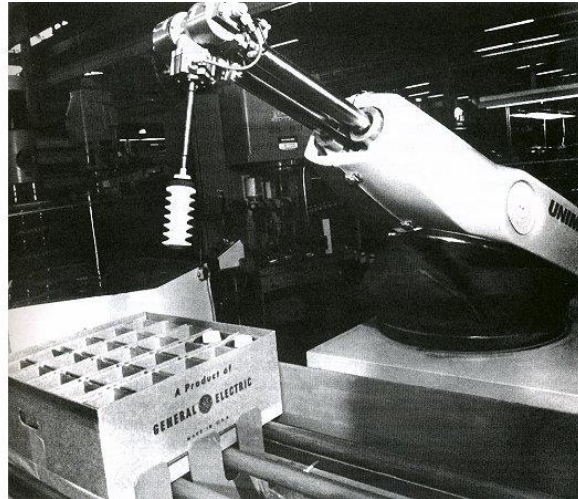


Fig. 2.1. Imatge del Robot Ultimate de l'empresa Unimation, considerat el primer robot industrial.

Font: Computer History Museum.

Set anys més tard, el 1968, Kawasaki s'uneix a Unimation i comença la fabricació i l'ús de robots industrials al Japó. Aquest mateix any General Motors, comença a emprar robots en el procés de fabricació de les carrosseries dels cotxes.

El 1968 l'empresa sueca ASEA fabrica el primer robot completament elèctric, que acabarà convertint-se en l'accionament més emprat degut als avanços registrats en el control de motors elèctrics.

No és fins un any més tard, quan s'introdueix el primer robot industrial a Espanya. Aquell mateix 1974 es comença a emprar el llenguatge de programació AL, de que en derivarien altres d'us posterior com el VAL dels robots PUMA, implementat el 1975 per Victor Scheinman, que conjuntament amb Devol i Engelberger, és pioner en el camp de la robòtica industrial.

També el 1978 fou un any important per al novell món de la robòtica, ja que es van començar a emprar els robots PUMA d'Unimation, un dels models que més s'ha fet servir, i que es la base de molts dels robots actuals, ja que incorporà un disseny d'un braç multi-articulat.

Si bé aquest any va resultar un punt d'inflexió important, l'aparició al mercat del robot tipus SCARA a Japó, l'any 1981, també va resultar un punt de no retorn per al ja aleshores potent i important sector de la robòtica.

Aquest sector va notar un increment tant notori que es va creure convenient crear una federació internacional que englobés tot el gremi i, en part el regulés, tot i que aquesta tasca no la va arribar a desenvolupar, sinó que es va decidir que serien els estaments europeus. Aquesta fou la IFR, Federació Internacional de Robòtica amb seu a Estocolm.

Aquests anys representen l'auge de la robòtica, un sector que anirà evolucionant de mà de l'electrònica i els avanços que tindrà. La gran evolució de la robòtica però, la promou com és habitual el sector industrial, creant necessitats tecnològiques per abastir grans demandes de fabricació, de grans dificultats tècniques o d'envergadura, que els operaris sols serien incapaços de desenvolupar. Els robots ofereixen un gran ventall de possibilitats, i la seva adaptabilitat en diferents processos els converteixen en una eina vital dins les indústries, solucionant problemàtiques del passat i convertint-les en processos senzills i ràpids.

Evidentment la robòtica també ha anat millorant i perfeccionant les tècniques, així com englobant les noves tecnologies que han anat sorgint.

S'ha arribat al punt que actualment existeixen empreses que són completament autònomes i que tan sols requereixen la presència l'ésser humà per al control i manteniment del complex.

La història, doncs, descriu que l'actual trajectòria del sector Industrial culminarà amb un alt percentatge automatitzat. El motiu d'aquesta nova revolució industrial es basa en els números de les companyies que han donat el pas, i en la competència que veient els èxits d'aquests els voldran seguir per tal de no perdre passada i continuar al mercat sent igualment competitius.

Verdaderament és una revolució que no té una data d'inici i una de culminació clara, sinó que es tracta més aviat d'un procés que, pel que sembla, no culminarà mai sinó que anirà canviant i evolucionant segons els recursos i disponibilitat de la tecnologia i de les necessitats del sector.

2.2. Tipologies de robots.

Però, no únicament es troben robots en el món industrial, existeixen diferents tipologies de robots que desenvolupen tasques completament distintes. A continuació, es poden veure les diferents tipologies de robots que existeixen actualment, per tal de constatar la versatilitat que ofereix la robòtica. Però abans de veure aquestes diferents tipologies de robots cal veure quina és la definició de robot estandarditzada. Segons la Gran Enciclopèdia Catalana ^[1], el mot robot es pot definir de la següent manera: *“Màquina automàtica capaç de manipular objectes, executar operacions i moviments diversos segons un programa que pot ésser modificable o adaptable, i que pot anar equipat amb sensors per tal de detectar els senyals d'entrada i les condicions ambientals.”*

2.2.1. Robots androïdes i zoomorfes.

La primera idea que es fa l'ésser humà d'un robot és la d'un homòleg en forma d'ésser humà, de materials metàl·lics i de molta vida útil. Un robot que pot desenvolupar totes les funcions que fa un humà, però sense errors i amb una gran precisió. La idea apareix a diverses pel·lícules, i obres de teatre, com ara al Mag de Oz, i defineix probablement la primera idea de robot que hom pot tenir al cap.

Aquestes narratives queden però força lluny del que és la realitat dels robots androïdes i zoomorfes, ja que la realitat ha posat al seu lloc que aquests tipus de robots són molt difícils de programar i el retorn que ofereixen és poc tangible. La robòtica treballa sota la premissa de la precisió, la rapidesa i l'adaptabilitat, i no és massa partidària de robots que et puguin fer infinitats d'aplicacions, ja que representa poc pràctic. No obstant, al mercat existeixen empreses que s'han aventurat amb la meta de crear un robot androïde o zoomorf, i hi ha qui diu que el futur de la robòtica podria passar per aquests emprenedors. En aquest cas, únicament el temps aportarà la resposta.



Fig. 2.2. Robot NAO, exemple de robot androide, i robot Kondo KMR-M6, exemple de robot zoomòrfic

Font: El Mundo i Pàgina web dosisgadget.com, respectivament

2.2.2. Robots mòbils.

Els robots mòbils són els que com indica el seu nom disposen de certa mobilitat gràcies a rodes, extremitats o sistemes eruga, programades per a aquesta funcionalitat. Disposen de sistemes de sensòrica que els permeten analitzar l'entorn i retornar estímuls a les diverses situacions en les que es poden trobar. Són força utilitzats en plantes de producció per a mobilitzar l'estoc de materials a través de la fàbrica, per a àmbits on l'accés és difícil, com per exemple en missions espacials, i per al transport de materials perillosos al llarg de distàncies curtes.

Actualment es comencen a utilitzar drons, per a transportar persones com si fossin taxis, i per a serveis de missatgeria.

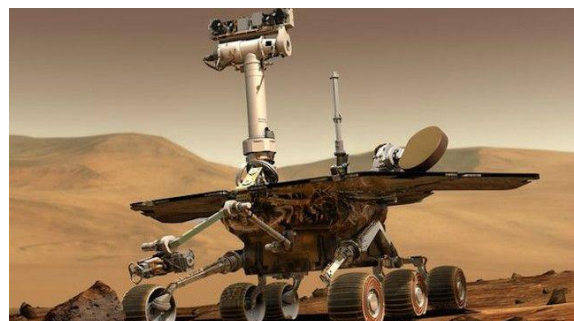


Fig. 2.3. Exemples de robots mòbils, el drone d'Amazon *Prime Air*, i el robot Opportunity rover, al planeta Mart.

Font: Amazon i BBC

2.2.3. Robots de serveis.

Una classificació que es fa també entre els robots que no són industrials, és la dels robots que desenvolupen serveis de tota mena. No obstant existeixen quatre grans grups en els que es poden classificar.

- Robots de serveis de neteja: s'hi consideren dins la gamma, tots els robots que entren en les tasques de neteja de terres, finestres, conductes, etc.



Fig. 2.4. Exemple de Robots de serveis de neteja.

Font: iRobot i lloc web directindustry.es

- Robots d'usos variats en entorns hostils: són considerats com els robots que treballen en condicions extremes per als humans, o que poden suposar un perill, com per exemple en contextos nocius, de difícil accés, en entorns amb altres temperatures o molt baixes, o situacions de mesures de radiació.
- Robots de serveis mèdics: són tots aquells englobats en el món de la medicina com ara pròtesis robotitzades, robots de rehabilitació o per a l'ajuda en la cirurgia.
- Robots d'assistència: són tots els robots que s'empren per a facilitar la vida a les persones amb dificultats, de mobilitat o d'algun tipus.
- Microrobots: són robots en fase experimental però que ja es poden veure en algunes aplicacions en micromedicina o nanotecnologia.

2.2.4. Robots teleoperats i telemanipulats.

Aquesta classificació surt una mica de la definició de robot anteriorment esmentada, no obstant és cert que existeixen aquesta tipologia de robots que s'empren en entorns on l'operari no hi té accés fàcil, però la programació del mateix és molt complexa i comporta presa de decisions humanes. Seria el cas de robots que es fan servir per operar un pacient, en el que el metge interactua el pacient mitjançant la interfase d'un robot, que aporta una major precisió i detecció d'errors en el pols. També es poden veure aquest tipus de robots en missions de desactivació d'artefactes explosius, en el que la presa de decisió hi és evident.



Fig. 2.5. Exemple de robot teleoperat desactivador d'artefactes explosius.

Font: Pàgina web CBRNE Central

2.3. Robots Industrials.

Els robots industrials són àmpliament els més usats i en base als quals s'ha produït el desenvolupament de la robòtica. Estan destinats a realitzar de forma automàtica determinats processos de fabricació o manipulació. La incorporació del robot al món industrial, introdueix el concepte de "sistema de fabricació flexible", i la principal característica consisteix en la facilitat d'adaptació de les línies o cèl·lules de fabricació a les diferents tasques de producció. Degut a que la implementació d'aquest projecte es fa sobre un robot industrial, a partir d'aquest punt, es parlarà gairebé exclusivament d'aquest tipus de robots.

Així com s'ha cercat la definició de robot, resulta tanmateix interessant plasmar com defineix la Gran Enciclopèdia Catalana el concepte robot industrial. Els termes robot industrial els defineix de la següent manera: "*Robot manipulador que pot posicionar i*

orientar materials, peces, eines o dispositius especials per a l'execució de tasques diverses en les diferents etapes de la producció industrial.”

De la mateixa manera que amb els robots de serveis, els robots industrials també tenen una classificació per tal d'organitzar l'ampli ventall de possibilitats de robots industrials que ofereix el mercat.

Aquesta classificació ve determinada per les característiques tècniques del robot, però abans d'esmentar aquesta classificació, cal entendre quines són aquestes característiques tècniques, i què suposen.

Generalment, tots els robots tenen una configuració similar que consta d'una part d'enclavament a terra o a una superfície rígida, una sèrie d'articulacions o parts assemblades en forma de cadenes, i un extrem mòbil al qual s'hi adjunta una eina.

El conjunt pot variar en número de subjeccions, d'extrems mòbils i d'articulacions, però en essència tot robot consta d'aquestes parts.

Les articulacions d'un robot, o també anomenades eixos, són les que aporten la mobilitat al robot, empeses normalment per força pneumàtica o elèctrica, generant dos tipus de moviments: el linear o prismàtic i el de rotació, i la combinació d'aquests moviments defineixen la mobilitat del robot, i el que s'anomenen Graus de Llibertat (GDL). El nombre de graus de llibertat d'un robot determina el nombre de moviments que pot efectuar respecte d'un sistema de coordenades aïllat, fluctuant entre 3 i 6 moviments, el màxim possible en un entorn tridimensional, tres de posicionament i tres d'orientació. Així doncs, un robot amb més o menys graus de llibertat representarà que és un robot amb major accessibilitat i més versatilitat en el posicionament de l'eina que subjecta. Amb les tres primeres articulacions, el robot aconsegueix el posicionament desitjat, i amb la resta aconsegueixen l'orientació de l'eina adjuntada.

Normalment el número de graus de llibertat coincideix amb el número d'articulacions del robot, i no existeix limitació en quant a graus de llibertat, simplement un robot amb més articulacions i més graus de llibertat serà, evidentment, més car, i tindrà una major accessibilitat, però a partir dels 6 graus de llibertat, ja es creen falsos graus ja que es solapen àrees, simplement augmentant la possibilitat de posicionament del robot en un mateix punt.

Una característica també molt important és la de l'àrea de treball d'un robot, que com es veurà més endavant és la que classifica les diferents tipologies de robot. Aquest espai de treball el delimiten els punts més llunyans del punt de subjecció del robot a on pot arribar l'eina. Normalment aquesta àrea ve dibuixada en el full d'especificacions del robot pel fabricant.

2.4. Classificació del robots industrials.

Tal i com s'ha dit anteriorment, l'espai o àrea de treball és el que determina la tipologia de robot, i és per tant el mètode classificatori per organitzar els robots en diferents classes.

Les tres primeres articulacions o eixos del robot acostumen a determinar el posicionament del robot, i consegüentment també l'àrea de treball del mateix, creant així els següents tipus de robot industrial: el robot cartesià, el robot polar o esfèric, el robot cilíndric, el robot angular i el robot SCARA, que a continuació es presentaran en detall.

2.4.1. Robot Cartesià.

El robot cartesià rep el nom per les coordenades cartesianes que els tres eixos superposats formen. Està format per tres eixos ortogonals entre sí, cada un amb la disponibilitat d'un moviment lineal. Es poden trobar dues estructures de robot cartesià, la tipo cantilever o el pòrtic. La diferència principal es troba en que el pòrtic té dos eixos X, mentre que el cantilever té una articulació per a cada coordenada cartesiana X, Y i Z. Són robots molt precisos, amb una àmplia zona de treball, generalment poden treballar a altes velocitats, requereixen un control relativament senzill i poden operar amb cargues elevades, no obstant ocupen molt d'espai en relació a l'espai de treball, i l'orientació de l'eina o l'utensili aplicat a l'extrem no es pot modificar.

S'empren en aplicacions on es requereixen moviments lineals d'alta precisió, en zones de treball delimitades a un pla o plans paral·lels. Si la precisió necessària no és alta, els eixos controlats per un PLC i les targetes electròniques avantatgen notablement aquesta gamma de robots industrials en quant a preu.



Fig. 2.6. Exemple de Robot Cartesià format per eixos lineals SCHUNK en estructura de pòrtic.

Font: Intra Automation

2.4.2. Robot Polar o esfèric.

Els robots polars o també anomenats esfèrics reben el nom per l'àrea de treball que poden abastar, i és que els dos primers eixos tenen un moviment de rotació perpendiculars entre sí, i una tercera lineal, proporcionant dos girs i un moviment lineal que permet el posicionament en un punt desitjat mitjançant coordenades polars.

Aquesta gamma de robot industrial fou la primera que es va emprar, com s'ha vist anteriorment en l'Unimate, però a hores d'ara es troba a la baixa ja que no aporta grans avantatges respecte la resta de gammes. No obstant la dificultat en el control dels seus moviments de translació, i l'elevat moment que es genera a l'extrem en usar càrregues pesades, encara es fan servir en algunes aplicacions de poca complexitat de moviments i que no requereixen elevada precisió ni exactitud.



Fig. 2.7. Robot Polar Unimate de Kawasaki.

Font: Robot Bible

2.4.3. Robot cilíndric.

El robot cilíndric també rep el nom per l'àrea de treball que abraça, una àrea de forma cilíndrica. Aquest espai l'aconsegueix gràcies a un gir a la base, i la combinació de dos moviments lineals perpendiculars en l'eix X i el Z. És un robot emprat en aplicacions on l'accessibilitat no és un problema i on el moviment d'accionament de l'aplicació sigui generalment horitzontal. Té un control senzill, amb posicionament per mitjà de coordenades cilíndriques.

Tots els robots són adaptables en quant a graus de llibertat, simplement afegint una rotació a l'extrem es millora l'orientabilitat del robot, no obstant en certs robots la inversió no és productiva, i s'opta per directament canviar el model del robot per el més emprat: el robot angular.

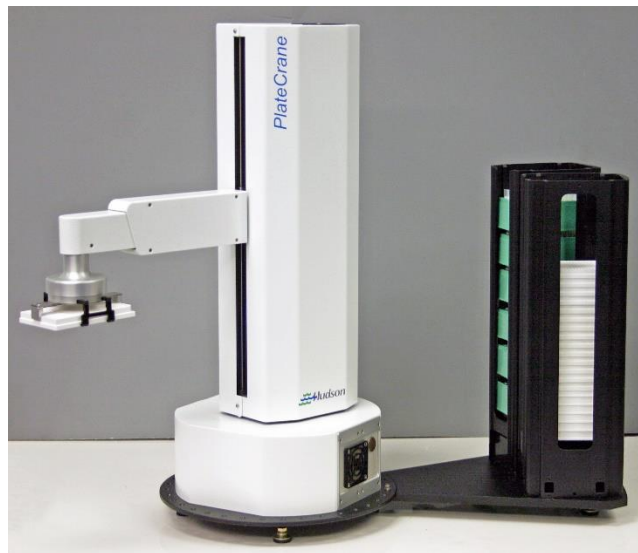


Fig. 2.8. Exemple de robot cilíndric PlateCrane.

Font: Hudson Robotics.

2.4.4. Robot angular o antropomòrfic.

El robot angular o antropomòrfic és el robot més àmpliament usat en la indústria actual. Basa les seves tres principals articulacions en moviments rotacionals, i és per això que empra les coordenades angulars per al seu posicionament. També és conegut com a robot antropomòrfic per què simula l'estructura d'un braç humà. La seva gran accessibilitat i orientabilitat el fa un dels robots més aplicats, i és que a més ofereix una bona relació espai

de treball respecte el seu volum. L'únic inconvenient es troba en problemes d'inèrcies de gir i moments quan aquest transporta càrregues pesades. La seva precisió tampoc és perfecta no obstant resulta ideal per a aplicar-lo en sectors de fabricació flexibles.



Fig. 2.9. Exemple de robot angular o antropomòrfic de la marca SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK

2.4.5. Robot SCARA.

El robot SCARA és la última gamma de robots industrials. Es tracta d'un robot amb dues articulacions de rotació i una lineal que controla únicament el pla Z. S'empra en aplicacions que requereixen un funcionament en un pla horitzontal, molt habitual en situacions d'assemblatge o d'inserció de components electrònics i similars. Té el seu origen a Japó i és a allà on més s'utilitza. És un robot barat, ràpid i precís, però amb l'inconvenient de l'accessibilitat únicament en el pla horitzontal.



Fig. 2.10. Exemple de robot SCARA, el model IRB 910SC d'ABB.

Font: Pàgina web de ABB

2.5. Característiques i conceptes dels robots industrials.

Les diferents marques de robots acostumen a donar un seguit d'especificacions tècniques per tal de poder dimensionar el robot i poder-lo seleccionar per a una aplicació concreta. El fabricant no sempre aporta la mateixa informació, no obstant existeixen unes bases que quasi tots els fabricants aporten en el full de dades.

Graus de llibertat: Com s'ha vist anteriorment és el que determina el nivell d'accessibilitat i maniobrabilitat del robot, així com especifica la flexibilitat i el posicionament final de l'eina de l'extrem. Com més graus de llibertat (GDL) millor posicionament.

Espai de treball: També s'ha esmentat anteriorment, és l'espai en el que es pot moure l'eina adjuntada a l'extrem del robot. Dependrà únicament de l'estructura del robot i dels seus GDL.

Capacitat de càrrega: És el màxim pes que pot aixecar el robot a la seva velocitat nominal, considerant la seva configuració més desfavorable i respectant el posicionament de l'eina final. A part del material que pugui transportar, també es considera el pes de l'eina o la pinça dins d'aquest pes.

Resolució: És l'increment de desplaçament mínim que el robot pot realitzar en el seu extrem. Depèn bàsicament de la unitat de control del robot.

Precisió: És la distància que hi ha entre el punt programat i el punt de posicionament real.

Repetibilitat: S'entén com el grau d'exactitud en la repetició de moviments. Com menys desviació respecte els punts reals millor repetibilitat.

Velocitat: És important en moviments llargs de l'estil de paletitzats o muntatges. Es pot visualitzar la velocitat nominal per cada eix, o la velocitat a l'extrem de l'eina.

Acceleració: És important en moviments curts en el que es requereixen acceleracions i frenades ràpides. Tant la velocitat com l'acceleració, depenen de la càrrega que porta el braç.

2.6. Sistemes de subjecció per a robots.

Al llarg del capítol s'ha pogut llegir en diverses ocasions el concepte d'eina o d'extrem del robot d'una forma molt general, quan existeixen infinitats de sistemes per adjuntar a l'extrem del braç d'un robot.

Generalment els actuadors que són més utilitzats són els sistemes de subjecció, tots capaços de manipular peces en aplicacions que requereixen aquesta capacitat. Si bé es parlava que els robots simulen un braç humà, amb les seves articulacions i rotacions, els sistemes de pinces per a subjectar objectes simulen la mà.

Ara es veuran els diferents sistemes de subjecció a nivell estructural, sense entrar en el tipus d'accionament. Generalment els accionaments que dominen el mercat són els pneumàtics, però també existeixen els accionaments elèctrics.

A mesura que la robòtica es plantejava nivells més complexos d'aplicacions on incorporar sistemes, altres sectors de la robòtica evolucionaven al mateix temps per a garantir que aquests robots poguessin realitzar totes les aplicacions dissenyades.

L'empresa SCHUNK és una empresa líder en aquest sector i classifica les seves pinces segons el nombre de dits, és a dir segons els punts de contacte amb la peça a agafar, i considerant també el moviment d'aquests dits.

2.6.1. Pinces de dos dits paral·lels.

Per començar doncs, es pot veure la primera tipologia de pinces robòtiques. Aquesta és la formada per pinces que ofereixen dos punts de contacte amb la peça a aplicar, i aquests dos dits de contacte tenen un moviment d'obertura i tancaments que mai perd el paral·lisme entre els dos extrems dels dits. Els dits desenvolupen per tant un moviment lineal per tal de fer la subjecció de peces determinades.



Fig. 2.11. Exemple de pinça paral·lela de dos dits, el model MPG + de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Alhora de seleccionar una pinça paral·lela no únicament hem de mirar el tamany de la pinça, i el pes recomanat de l'objecte a operar, sinó que també és important saber la capacitat d'obertura de la pinça, és a dir la diferència de distància que hi ha entre els dits quan aquests estan oberts i quan estan tancats.

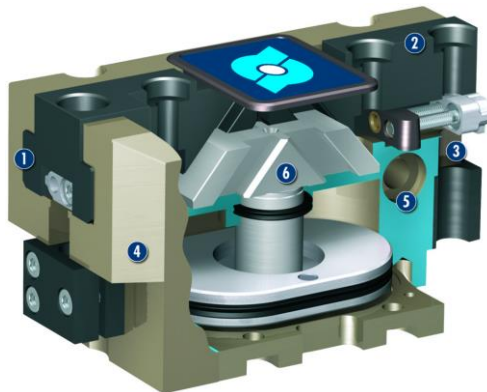


Fig. 2.12. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça paral·lela

Font: Pàgina web de SCHUNK.

A la figura 2.12, es pot veure el funcionament intern d'una pinça, amb les diferents parts especificades amb números. Les parts 1 i 2, són referents a la guia que proporciona la carrera als dits, que s'adjunten a la pinça amb forats per als cargols que es veuen al número 2. La part 3 és referent al muntatge del sensors de proximitat. El 4 referencia la carcassa de la pinça i el 5 és un forat per al pas de cables o altres aplicacions que el requereixin.

La part que retorna el moviment la trobem en el número 6 que és el pistó acabat en forma de cunya. Aquesta cunya és la que transfereix el moviment a les guies dels dits.

Per a poder seleccionar la pinça idònia, la marca ofereix un catàleg amb les diferents especificacions dels models que existeixen per a cada pinça.

Tal i com es pot veure en la següent taula (taula 2.1), aquest catàleg determina la referència del producte, el recorregut per dit de cada pinça, la força d'obertura i tancament dels dits i seguidament de la molla opcional, etc.

Description		JGP 50-1	JGP 50-2	JGP 50-1-AS	JGP 50-2-AS	JGP 50-1-IS	JGP 50-2-IS
ID		0308610	0308615	0308611	0308616	0308612	0308617
Stroke per jaw	[mm]	4	2	4	2	4	2
Closing- / opening force	[N]	140/145	290/310	185/-	385/-	-/190	-/405
min. spring force	[N]			45	95	45	95
Weight	[kg]	0.15	0.15	0.2	0.2	0.2	0.21
Recommended workpiece weight	[kg]	0.7	1.45	0.7	1.45	0.7	1.45
Fluid consumption per double stroke	[cm³]	5	5	8.5	8.5	11	11
min. / max. operating pressure	[bar]	2.5/8	2.5/8	4/6.5	4/6.5	4/6.5	4/6.5
Nominal operating pressure	[bar]	6	6	6	6	6	6
Closing- / opening time	[s]	0.02/0.02	0.02/0.02	0.02/0.03	0.02/0.03	0.03/0.02	0.03/0.02
Closing- / opening time only with spring	[s]			0.05	0.05	0.05	0.05
max. permitted finger length	[mm]	64	58	58	50	58	50
max. permitted weight per finger	[kg]	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
IP class		40	40	40	40	40	40
min. / max. ambient temperature	[°C]	5/90	5/90	5/90	5/90	5/90	5/90
Repeat accuracy	[mm]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

Taula 2.1. Exemple de les diferents possibilitat de pinces i models en aquest cas JGP 50, de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Resulta interessant notar que el model 1 té una major carrera però una menor força de subjecció, mentre que el model 2 té una carrera més petita però una major força operativa. Això es diferencia arrel de la rampa de la cunya que s'ha vist en la figura 2.12. El model 1 té una cunya amb més pendent, de manera que transfereix més moviment a les guies però per força operativa, cosa que guanya el model 2, en detriment d'una menor carrera.

Aquests dos models són combinables amb la molla opcional que fixa els dits segons l'operativa desitjada. Si els dits han de fer una operativa de subjecció d'una peça, agafant-la per els límits exteriors, es requerirà el model AS, mentre que òbviament el model IS, és per a fixar peces que s'agafen per l'interior.

El model AS té una molla que fixa la posició natural dels dits com a normalment tancats, mentre que el model IS fixa la posició natural com a normalment oberts.

2.6.2. Pinces de dos dits angulars.

Dins de la gamma de pinces amb dos dits, també existeixen pinces que proporcionen un moviment angular als dits, molt recomanables en aplicacions on l'espai i la rapidesa d'operació és vital, com per exemple en recollir objectes de cintes transportadores.



Fig. 2.13. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça angular, i la pinça angular GAP de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Aquestes pinces són angulars que poden oferir diversos angles d'obertura. Quan aquest angle arriba als 90° es consideren pinces radials. El funcionament és simple, quan el pistó rep aire a pressió puja, arrossegant els dits solament per un extrem de manera que generen el moment de rotació i obren les pinces.

Description		GAP 20-030	GAP 20-060	GAP 20-090
ID		0314600	0314601	0314602
Stroke per jaw	[mm]	1	1	1
Closing- / opening force	[N]	92/-	92/-	92/-
Opening angle per jaw	[°]	30	60	90
Weight	[kg]	0.3	0.3	0.3
Recommended workpiece weight	[kg]	0.46	0.46	0.46
Fluid consumption per double stroke	[cm³]	3	5	7
min. / max. operating pressure	[bar]	2.5/7	2.5/7	2.5/7
Nominal operating pressure	[bar]	6	6	6
Closing- / opening time	[s]	0.09/0.09	0.12/0.12	0.15/0.15
max. permitted finger length	[mm]	40	40	40
max. permitted weight per finger	[kg]	0.1	0.1	0.1
max. mass moment of inertia per jaw*	[kgcm²]	3.12	3.12	3.12
IP class		40	40	40
min. / max. ambient temperature	[°C]	5/60	5/60	5/60
Repeat accuracy	[mm]	0.05	0.05	0.05

Taula 2.2. Característiques tècniques de la pinça GAP de SCHUNK, que pot ser tant angular com radial.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.6.3. Pinces de tres dits o cèntriques.

Un cop s'ha vist la gamma de pinces amb dos dits, es pot veure ara les pinces que ofereixen tres punts de contacte amb la peça a subjectar. Aquestes pinces tenen l'arrel de l'aplicació en situacions on dos punts de suport no són suficients, i es vol tenir en compte el centratge.

L'accionament de la pinça és igual que el de les pinces amb dos dits, però en aquest cas la cunya transfereix la força a les tres carreres de manera que els tres dits s'obren al mateix temps.

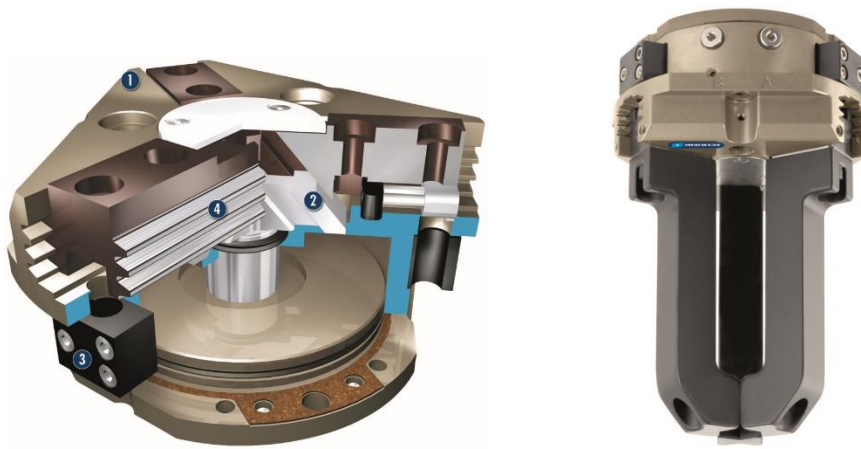


Fig. 2.14. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça cèntrica, i la pinça PZN+ de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

A continuació es pot veure a la taula 2.3 adjunta, les característiques tècniques d'aquesta pinça cèntrica de 3 dits. Tal i com es pot veure, també existeix la possibilitat de guanyar força operativa en detriment de carrera agafant la opció 2 de cunya.

Tanmateix es pot optar per els models amb molla de bloqueig AS o IS, per a agafar peces per l'exterior o l'interior, respectivament.

És important remarcar que el distribuïdor ven únicament la pinça i no inclou els dits, ja que normalment cada client se'ls crearà a mida segons els requeriments de la peça a maniobrar.

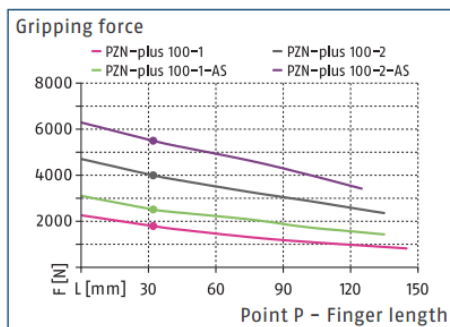
És per això que SCHUNK ofereix un rang de mides de dits en les que la pinça podrà operar amb normalitat, i també ofereix una gràfica de la força que podrà desenvolupar en funció del dimensionament dels dits, i marcant també el límits de dimensions possibles de dits, tal i com es pot veure a la figura 2.15, així com els moments límits suportats per a cada eix.

Description		PZN-plus 100-1	PZN-plus 100-2	PZN-plus 100-1-AS	PZN-plus 100-2-AS	PZN-plus 100-1-IS	PZN-plus 100-2-IS
ID		0303312	0303412	0303512	0303612	0303542	0303642
Stroke per jaw	[mm]	10	5	10	5	10	5
Closing / opening force	[N]	1800/1920	4000/4280	2520/-	5500/-	-/2700	-/5900
min. spring force	[N]			720	1500	780	1620
Weight	[kg]	1.41	1.41	1.95	1.95	1.95	1.95
recommended workpiece weight	[kg]	9	20	9	20	9	20
Fluid consumption double stroke	[cm³]	120	120	210	210	210	210
min./max. operating pressure	[bar]	2/8	2/8	4/6.5	4/6.5	4/6.5	4/6.5
Nominal operating pressure	[bar]	6	6	6	6	6	6
min. / max. air purge pressure	[bar]	0.5/1	0.5/1	0.5/1	0.5/1	0.5/1	0.5/1
Closing/opening time	[s]	0.1/0.1	0.1/0.1	0.1/0.2	0.1/0.2	0.2/0.1	0.2/0.1
Closing- / opening time with spring	[s]			0.25	0.25	0.25	0.25
max. admissible finger length	[mm]	145	135	135	125	135	125
max. admissible weight per finger	[kg]	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Protection class IP		40	40	40	40	40	40
min./max. ambient temperature	[°C]	5/90	5/90	5/90	5/90	5/90	5/90
Repeat accuracy	[mm]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Cleanroom class ISO 14644-1		5	5	5	5	5	5

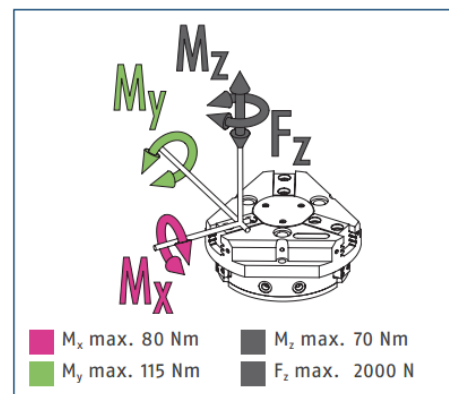
Taula 2.3. Característiques tècniques de la pinça de tres dits PZN+ de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Gripping force, O.D. gripping



Finger load



ⓘ The specified torques and forces are static values, apply for each base jaw, and may occur simultaneously. M_y may arise in addition to the moment generated by the gripping force itself.

Gripping force, I.D. gripping

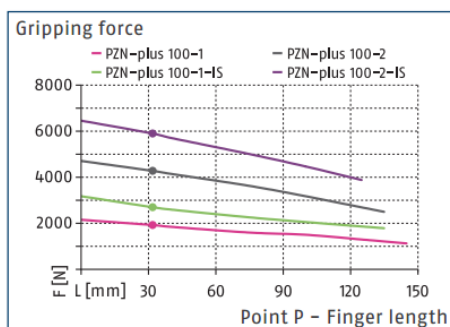


Fig. 2.15. Taules de relació força de la pinça-tamany dels dits, segons els diferents models, i limitació dels moments suportats per a cada dit.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.6.4. Pinces de quatre dits.

També existeixen pinces ideades per aplicacions on l'accés és complex i representa una dificultat per al robot afegida. És el cas per exemple d'aplicacions de *Pick & Place* de peces cilíndriques, que són emmagatzemades en caixes rectangulars que optimitzen molt l'espai.

Un exemple molt clar és el dels conjunts de cerveses, on una pinça de tres dits agafant l'ampolla tindria una col·lisió amb els extrems de les caixes a l'hora d'introduir-les. És per aquests casos en especial, i altres aplicacions similars, on es recomana l'aplicació d'una pinça de quatre dits, que manté les característiques d'una pinça centrada però evita la col·lisió en aplicacions on l'accés és limitat.

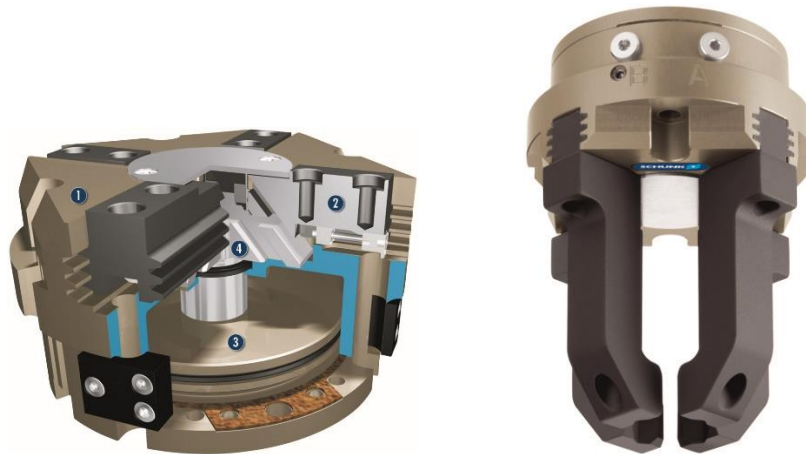


Fig. 2.16. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça de quatre dits, i la pinça PZV de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.6.5. Pinces per a juntes tòriques.

Per acabar amb les tipologies bàsiques de pinces, a continuació es mostra una tipologia de pinces per al muntatge de juntes tòriques. Són pinces que tenen aquesta sola aplicació i que disposen de sis dits, que actuen sobre les juntes de tres en tres. Tres dits tenen la funció de suport de la junta, mentre que els altres tres serveixen per col·locar la junta tòrica al seu lloc.

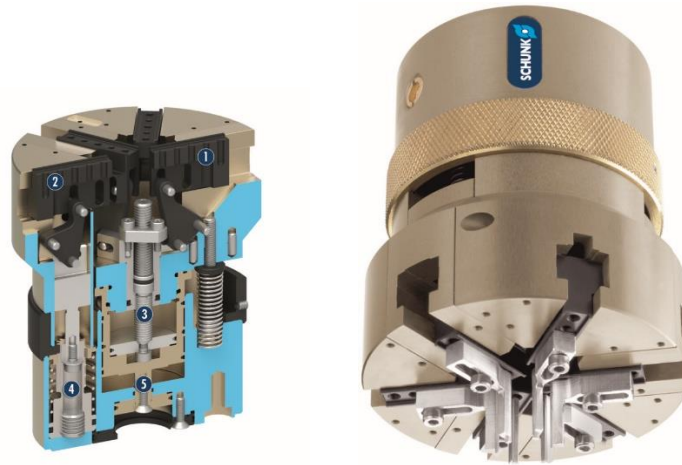


Fig. 2.17. Exemple de l'estructura i funcionament d'un pinça per a juntes tòriques, la pinça ORG de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.7. Accessoris per als sistemes de subjecció.

Totes aquestes pinces poden adquirir múltiples accessoris que les adapten per a certes aplicacions, les hi donen un punt d'automàtica i sensòrica fent-les parts intel·ligents dins el procés d'automatització, i accessoris que simplement les protegeixen contres adversitats de les mateixes condicions de l'aplicació.

Primerament, es veurà les diferents opcions de pinces que ofereix SCHUNK en quant a característiques tècniques i adaptabilitat en l'entorn de l'aplicació.

No totes les pinces ofereixen tots els models que s'esmentaran, però si que ho disposen les pinces amb més demanda. Per a comprovar si una pinça té aquestes vessants disponibles, cal anar al catàleg i veure si aquests models estan disponibles, tal i com es pot veure a la següent taula 2.4.

Description		PGN-plus 80-1	PGN-plus 80-2	PGN-plus 80-1-AS	PGN-plus 80-2-AS	PGN-plus 80-1-IS	PGN-plus 80-2-IS
ID		0371101	0371151	0371401	0371451	0371461	0371471
Stroke per jaw	[mm]	8	4	8	4	8	4
Closing- / opening force	[N]	415/465	860/960	570/-	1180/-	-/620	-/1280
min. spring force	[N]			155	320	155	320
Weight	[kg]	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
Recommended workpiece weight	[kg]	2.1	4.3	2.1	4.3	2.1	4.3
Fluid consumption per double stroke	[cm³]	22.5	22.5	36	36	42.5	42.5
min. / max. operating pressure	[bar]	2.5/8	2.5/8	4/6.5	4/6.5	4/6.5	4/6.5
Nominal operating pressure	[bar]	6	6	6	6	6	6
Closing- / opening time	[s]	0.04/0.04	0.04/0.04	0.03/0.05	0.03/0.05	0.05/0.03	0.05/0.03
Closing- / opening time only with spring	[s]			0.10	0.10	0.10	0.10
max. permitted finger length	[mm]	110	105	105	100	105	100
max. permitted weight per finger	[kg]	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
IP class		40	40	40	40	40	40
min. / max. ambient temperature	[°C]	5/90	5/90	5/90	5/90	5/90	5/90
Repeat accuracy	[mm]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Cleanroom class ISO 14644-1		5	5	5	5	5	5
Options and their characteristics							
Dust-tight version		37371101	37371151	37371401	37371451	37371461	37371471
IP class		64	64	64	64	64	64
Weight	[kg]	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
Anti-corrosion version		38371101	38371151	38371401	38371451	38371461	38371471
High-temperature version		39371101	39371151	39371401	39371451	39371461	39371471
min. / max. ambient temperature	[°C]	5/130	5/130	5/130	5/130	5/130	5/130
Force intensified version		0372101	0372151	0372401		0372461	
Closing- / opening force	[N]	745/835	1550/1730	900/-		-/990	
Weight	[kg]	0.65	0.65	0.75		0.75	
Maximum pressure	[bar]	6	6	6		6	
max. permitted finger length	[mm]	100	80	80		80	
Precision version		0371123	0371173	0371423	0371438		

Taula 2.4. Característiques tècniques de la pinça de tres dits PGN+ de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Aquesta taula correspon a les característiques tècniques de la pinça PGN+ 80, tal i com s'ha vist anteriorment, però en aquesta ocasió s'hi inclouen a sota les opcions disponibles, i les seves característiques, que ofereix la pinça.

Existeix una pinça antipols, amb un nivell de IP 64, és a dir amb protecció completa al contacte i a la penetració de pols, i protecció també a aigua polvoritzada.

De la mateixa manera existeixen models aptes per ambients on la corrosió és una amenaça present, és a dir versions anticorrosives, i versions per a aplicacions on les temperatures són molt elevades, com per exemple en el sector de la forja.

Ja finalment existeixen dues versions més per a aplicacions molt específiques que requereixen característiques tècniques molt especials. La primera és la versió que intensifica la força de la pinça en tancar i obrir, i finalment existeix una versió que proporciona un millor nivell de precisió.

Vists els diferents models de cada pinça, amb les seves opcions, cal veure quins altres accessoris es poden afegir a les pinces per tal de millorar les seves característiques.

2.7.1. Canviadors ràpids de pinces.

A nivell d'automatització existeix un accessori que representa una solució molt òptima i que moltes empreses utilitzen. Aquesta solució és la d'oferir un sistema de canvi ràpid de pinça o d'eina per a un braç d'un robot.

Aquests sistemes es poden trobar tant d'accionament automàtic, com manual, i amb mides i passos de senyals molt variables, així com amb molts mòduls que se'ls hi poden afegir.



Fig. 2.18. Exemples de canviadors de pinces, a la dreta el model SWS automàtic i a l'esquerra el model HWS manual.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Aquesta solució aporta un avantatge molt important a nivell de temps d'operació de les màquines i els seus cicles de producció. Està format per una part K i una part A, la primera s'adjunta al braç del robot, i la segona a la pinça o eina corresponent.

2.7.2. Unitats compensadores.

Una altra unitat que fabrica SCHUNK és el de les unitats compensadores de posicionament.

Aquestes referències tenen la funció de corregir l'error de posicionament del robot permetent que la pinça no faci un sobre esforç agafant una peça que no està ben centrada.

Existeixen unitats compensadores que actuen en dos eixos del pla horitzontal, X i Y, actuadors que compensen l'eix Z i actuadors que ho fan en la totalitat dels eixos. Aquestes unitats tenen una utilitat molt apreciable en aplicacions on hi pot existir un offset en el posicionament, offset que la mateixa unitat compensa.

Tal i com es pot veure a les següents imatges, les diferents unitats compensadores que existeixen poden incorporar un retorn per molla automàtic que retorna la unitat al punt d'origen, o simplement bloquejar el moviment e la nova posició creant un altre punt de referència.

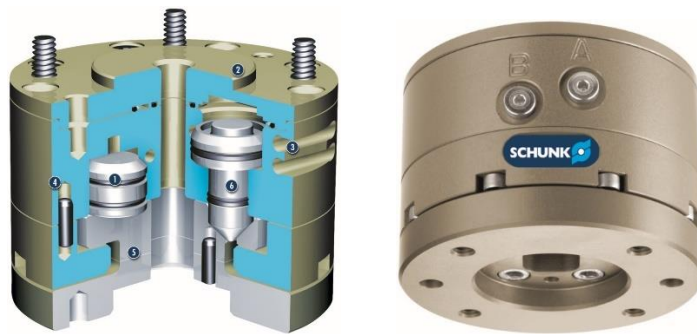


Fig. 2.19. Exemple de l'estructura i funcionament d'un compensador, el model AGE-XY de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

El model AGE-XY actua com bé indica el seu nom en el pla X-Y, no obstant no és la solució única que proporciona SCHUNK, com s'ha esmentat anteriorment.



Fig. 2.20. D'esquerra a dreta, AGE-Z 2, AGE-S i AGE-W.

Font: Pàgina Web de SCHUNK

La figura 2.20 incorpora tres tipologies més de compensadors. La primera unitat és un compensador que actua en l'eix Z, mentre que l'AGE-S, és una unitat compensadora que pot

actuar en tots els eixos XYZ. Finalment el model negre, l'AGE-W, és un model de compensador angular, una aplicació també molt recomanable en aplicacions de pick & place d'objectes petits que poden estar orientats de qualsevol manera.

2.7.3. Unitats anticòlisió.

Una altra referència que aporta un grau elevat de control és la unitat que detecta col·lisions, aquesta unitat serveix per crear una aturada en el robot aportant-li la sensibilitat de saber quan hi ha hagut un contacte d'una força específica que podria haver trencat la peça o haver causat algun problema en l'aplicació en sí. Existeixen dues modalitats d'unitats d'anticòlisió, les de rearmament automàtic i les de rearmament manual, que tal i com indica el seu nom, una requereix de l'acció de l'operari en el producte per tornar a posar la unitat anticòlisió en el seu estat natural mentre que l'automàtica es rearma mitjançant una instrucció binària.

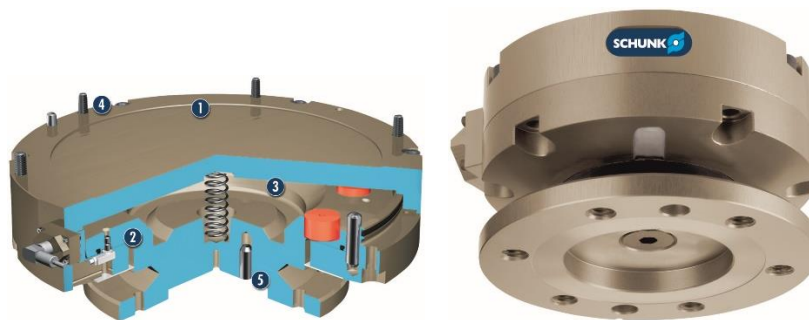


Fig. 2.21. Exemple de l'estructura i funcionament d'un anticòlisió, el model OPS de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

La figura 2.21 mostra el model amb rearmament manual que ofereix SCHUNK. El model amb reset automàtic és el model OPR. De cada model existeixen diferents mides, que ofereixen rangs diferents de forces i distàncies permeses.

2.7.4. Sensors de força

Una altra unitat que s'empra en diverses aplicacions on es requereix un nivell d'informació instantani molt elevat és el sensor de força. Aquest mitjançant galgues i una placa d'electrònica retorna els valors de forces als que està sotmesa la pinça i consegüentment la peça a manipular. Els sensors de força tenen la versatilitat d'actuar com una unitat anticòlisió, tot i que la seva funció principal és la de monitorització de dades.



Fig. 2.22. Exemple de l'estructura i funcionament d'un sensor de força, el model FT de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.7.5. Unitats de transferència de passos pneumàtics i elèctrics.

Existeix un producte per solucionar un problema molt comú entre aplicacions que empen robots amb pinces de gir infinit. El problema és que el cablejat tant elèctric com pneumàtic, s'enreda pel simple fet de girar. Aquest producte és el DDF 2 i té la funció d'evitar aquestes situacions, facilitant la rotació de l'eix de robot a més de 360°, sense necessitat de mànegues i cables de torsió al voltant de l'eix. Un anell envolta l'eix, que està connectat a una part no giratòria del robot a través d'un suport. En aquesta part del robot és on s'hi acumula aire a pressió per tal de subministrar l'aire pneumàtic. No deixa de ser una junta tòrica rotatòria.

Un anell de lliscament integrat transmet senyals elèctrics des de l'allotjament fix fins a l'eix de rotació, habilitant tant l'alimentació de senyals elèctrics com fins a quatre línies pneumàtiques.

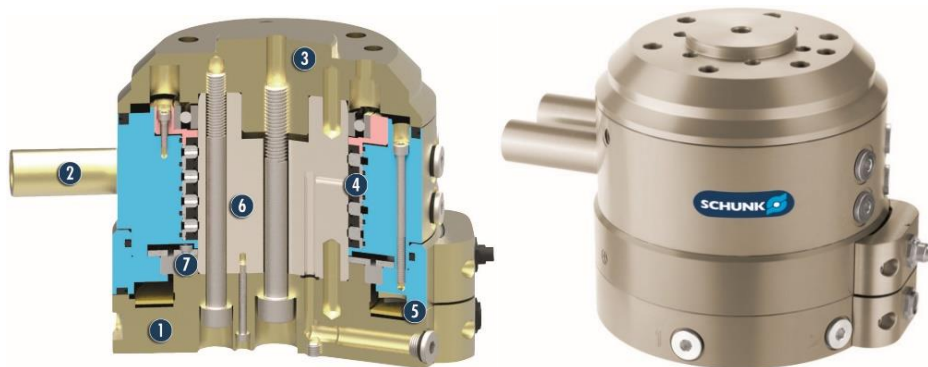


Fig. 2.23. Exemple de l'estructura i funcionament del DDF 2 de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.7.6. Accessoris per al control de posició i mesura.

Dins de l'última gamma d'accessoris per als sistemes de subjecció, es troben tots els productes referents al control de posició.

Aquesta gamma es basa en sensòrica inductiva i magnètica.

Existeixen els sensors inductius, sensors de proximitat que detecten parts metàl·liques que alteren el camp magnètic produït per el mateix sensor, i els sensors magnètics que també són detectors de proximitat, amb un abast més ampli que els inductius i que es distingeixen per no requerir el contacte quasi directe que requereix el sensor inductiu.

El sensor magnètic té, doncs, més versatilitat i, a més a més, SCHUNK ofereix la possibilitat de ser programable. Això vol dir que, mentre que un sensor normal detecta una posició específica, el programable pot detectar dues posicions, estalviant d'aquesta manera un sensor si es requereix detectar dues posicions.



Fig. 2.24. Exemples de detectors. D'esquerra a dreta, detector inductiu IN, detector magnètic MMS i detector magnètic programable MMS-P, tots referències SCHUNK.

Font: Pàgina web SCHUNK

2.8. Actuadors per als sistemes de subjecció.

Els robots a vegades no tenen l'accessibilitat ni els graus de llibertat necessaris per fer totes les aplicacions desitjades. I, molts cops augmentar els graus de llibertat d'un robot resulta costós i poc eficaç.

Una bona alternativa per aquestes ocasions és afegir els graus de llibertat necessaris a l'eina en qüestió. En aquest apartat es veuran els diferents actuadors que SCHUNK ofereix per a resoldre aquestes situacions.

2.8.1. Actuadors de gir.

Moltes aplicacions desenvolupen una feina que requereix un gir incorporat. Aquest gir, no sempre el pot desenvolupar el robot, i si ho pot fer, sempre serà molt més lent fer girar tot el braç del robot, que no pas fer girar únicament l'extrem amb l'eina adjuntada.

Existeixen doncs girs pneumàtics i elèctrics que s'adjunten entre el robot i la pinça per tal d'oferir aquesta capacitat.

SCHUNK separa els girs segons els graus que pot realitzar, menys de 360 o més i dins la gamma de girs per sota de la volta completa distingim els següents que són els més destacats: el gir SRM, el SRU-mini i el SRU+.

Començant per el SRM, un gir apte per a aplicacions amb cicles de treball molt exigents que poden requerir posicionat als 90° o als 180° , i que disposa d'un forat al centre per a poder fer-hi passar el cablejat.



Fig. 2.25. Exemple de l'estructura i funcionament del gir SRM de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Seguidament es pot veure el model SRU mini, que no deixa de ser de la sèrie SRU+ però de la gamma de mides petites. Aquest model de gir també pot fer girs ajustables de 90° o bé 180° , però en aquest cas l'avantatge que proporciona respecte el model anterior, és que es pot ajustar el posicionament final, variant-lo d'entre $+3^\circ$ i -90° .



Fig. 2.26. Exemple de l'estructura i funcionament del gir SRU mini de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Aquest ajustament es fa simplement fent més llarga o més curta la carrera dels pistons cremallera que proporcionen el gir, tal i com es pot veure a la figura 2.26. Els cargols que sobresurten per un extrem es poden fer entrar o fer sortir per tal de modificar el rang de gir de la unitat, assolint els valors indicats anteriorment.

De la mateixa gamma que el model SRU mini, es troba el model més gran SRU+ que a part de tenir unes majors dimensions però unes característiques similars al seu germà petit, proporciona més possibilitats d'ajustament del posicionament, podent-lo fer variar entre $+3^{\circ}/-3^{\circ}$ o $+3^{\circ}/-90^{\circ}$, afegint una extensió al seu capçal. Així mateix, també incorpora la possibilitat de passar senyals elèctrics per a les pinces que es puguin adjuntar al seu inferior. També presenta una diferència a nivell del control de posició respecte al seu homòleg més petit, que és que mentre que la versió mini només pot incorporar detectors magnètics, aquesta versió pot incorporar sensor inductius.



Fig. 2.27. Exemple de l'estructura i funcionament del gir SRU plus de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.8.2. Actuadors de posicionament lineal.

Existeixen tanmateix un altre tipus d'actuadors, emprats en diversos camps de la producció de forces sectors, i aquest són els actuadors de posicionament lineal. Aquests actuadors són els que posicionen eixos tant verticals com horitzontals en aplicacions d'assemblatge de pick & place, entre d'altres. Aquests actuadors es fonamenten de dues parts, les guies o cargols per on es mou l'eix, i el carro que transporta l'utensili a fer operar.

Existeixen diferents possibilitats d'accionar els sistemes, en format d'aire comprimit o pneumàtic, o bé mitjançant inputs elèctrics. Així com la transmissió del moviment, que també pot ser de diverses modalitats, com ara són els motors lineals, a través també de cargols sense fi o bé mitjançant sistemes de corretges.

Els eixos electromagnètics funcionen a través del mateix principi dels motors lineals. L'accionament elèctric consta d'una part primària (bobina del motor) i una part secundària (imants permanents). A l'interior del controlador, la fase i l'amplitud del corrent elèctric aplicat es controlen, determinant d'aquesta manera la direcció del moviment i la força aplicada. Finalment el perfil, que està equipat amb imants, és el que acaba proporcionant el moviment del carro per les guies o rodaments. El sistema de frenada pot ser mecànic o elèctric, en el cas de ser mecànic és d'actuació pneumàtica, entrant en frenada quan el mecanisme deixa de rebre flux d'aire comprimit, tal i com es pot veure a la figura 2.29.

Finalment empra un controlador Bosch Rexroth integrat que determina amb el sistema de posicionament segons un *encoder* al perfil magnètic, el posicionat de l'eix amb una alta precisió.



Fig. 2.28. Exemple de l'estructura i funcionament de l'eix lineal LDN de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

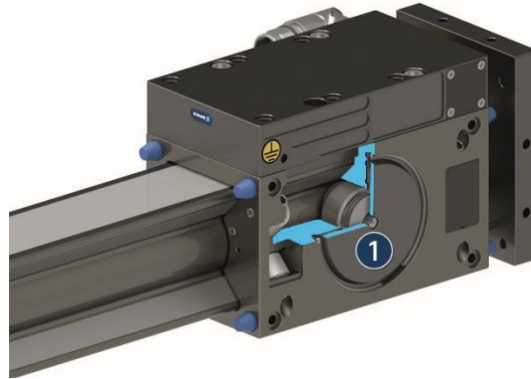


Fig. 2.29. Estructura i funcionament del fre mecànic d'un eix lineal SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK

Els eixos d'accionament amb cargol sense fi, tenen un funcionament més simple. No obstant, això no limita el seu camp d'aplicació ja que també s'empren en aplicacions que requereixen alta precisió i altes forces de moviment.

El gir del cargol sense fi s'ajusta a un cert moviment lineal del carro al que va associat, a través d'un suport amb boles que fan de rodaments. També es poden trobar en la configuració d'una cinta que substitueix el cargol per a transmetre el moviment. A continuació es pot veure un exemple d'eix que es pot configurar en els dos sistemes de transmissió del moviment.



Fig. 2.30. Exemple de l'estructura i funcionament de l'eix Alpha de SCHUNK, en configuració de cargol sense fi.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Aquests són els tipus d'eixos elèctrics que SCHUNK ofereix, però la gamma de moviment lineal incorpora també solucions pneumàtiques per a demandes a aplicacions que requereixen aquests tipus d'accionament.

Els eixos pneumàtics es distingeixen entre sí, pel fet d'incorporar plançó o no incorporar-lo, la vara mecànica que transmet el moviment del pistó.

La gamma de l'eix PMP, és l'única referència d'eix d'accionament amb cilindre pneumàtic però sense plançó. El carro d'eixos és accionat per un cilindre pneumàtic sense plançó i guies de carril perfilades que proporcionen un moviment lineal amb alta precisió.



Fig. 2.31. Exemple de l'estructura i funcionament de l'eix PMP de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

Aquest eix és recomanable en aplicacions robustes, econòmiques i amb carreres llargues, en ambients que poden arribar a estar contaminats de pols emprant la configuració "*below option*".

Les referències que incorporen plançó, que són més emprades, tenen més opcions i consegüentment existeixen més gammes de productes amb aquesta configuració.

Aquesta tipologia d'eixos són emprats en aplicacions de molta alta precisió com són projectes de mesura, bancades de proves o per assemblatge de peces delicades.

Són eixos robustos que es poden configurar per a actuar horitzontalment i verticalment, però que no es recomana d'usar en ambients poc nets.



Fig. 2.32. Exemple de l'estructura i funcionament de l'eix LM de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.9. SCHUNK GmbH & Co. KG

Al llarg del treball es parla dels productes que ofereix SCHUNK, però resulta interessant també indagar en el que és l'empresa i a on es pot ubicar.

Schunk GmbH & Co KG és una empresa de fabricació multinacional [4], assentada principalment a Alemanya i als Estats Units. La companyia opera a tot el món a través més de 50 països amb filials de propietat total, incloent quatre plantes de producció a Alemanya, als EUA, a Suïssa i a Itàlia, així com socis de distribució a tot el món.

Schunk GmbH & Co KG de Lauffen / Neckar és una empresa familiar alemanya i agent global en un. L'empresa va ser fundada el 1945 per Friedrich Schunk com un taller mecànic i s'ha desenvolupat sota la direcció de Heinz-Dieter Schunk convertint-se en un líder de la competència i el mercat mundial en sistemes i tecnologies de subjecció. En l'actualitat, l'empresa està dirigida pels germans, nets de la primera generació, Henrik A. Schunk i Kristina I. Schunk.



Fig. 2.33. Logotip de SCHUNK.

Font: Pàgina web de SCHUNK

Més de 2.700 empleats en 9 plantes i 33 filials directes i socis de distribució en més de 50 països de tot el món asseguren una presència intensa al mercat. Amb 11.000 components estandarditzats, SCHUNK ofereix la major varietat del món en “*gripping and clamping technologies*”.

Ofereix més de 2.550 models de pinces, convertint-se així en el distribuïdor amb la major gamma de productes de pinces estàndard.

Els principals clients són les empreses que fabriquen amb processos de tall de metall de muntatge, manipulació, i la base de clients de la que disposa inclou marques de renom dins de l'enginyeria mecànica, robòtica, la tecnologia de l'automatització i conjunt de manipulació, així com totes les marques d'automòbils de renom i els seus proveïdors.

Des del 2012, el porter Jens Lehmann ha actuat com a ambaixador de la marca representant els principis i fonaments que vol transmetre l'equip de SCHUNK.



Fig. 2.34. Imatge corporativa de SCHUNK, el porter alemany Jens Lehmann

Font: Pàgina web de SCHUNK.

2.9.1. Categories de producte SCHUNK.

L'empresa alemanya presenta un catàleg de productes ordenats per categories, no obstant aquestes categories es poden englobar en dos gammes diferenciades: la gamma referent a aplicacions de màquina – eina (en anglès *tooling*), i la part referent a automatització.

- Categoria 1 (KT 1): Mordaces per a plats de torn.
- Categoria 2 (KT 2): Portaeines.
- Categoria 3 (KT 3): Automatització
- Categoria 4 (KT 4): Sistemes estacionaris.
- Categoria 5 (KT 5): Solucions.
- Categoria 8 (KT 8): Plats per a torn.¹

Aquestes sis categories es veuen classificades en les referències de cada producte. Si es tracta d'una referència estàndard del catàleg es llegirà un 0 seguit del número corresponent a la categoria del producte més cinc números més; com per exemple la referència d'un portaeines TENDO (Categoria 2) és: 0205892. Mentre que si és un producte amb una opció especial, o una fabricació especial tindrà set números igualment, però començant directament per el número de la categoria; com per exemple la versió per a altes temperatures de la MPG-plus 20-AS-V, que té com a referència 39305492.

¹ Cal notar que no existeix ni la categoria 6 ni la categoria 7 de productes.

3. Abast del projecte.

En aquest apartat es pretén explicar què és el que inclourà el projecte amb la finalitat d'assolir els objectius i complir amb les especificacions tècniques.

Primerament s'estudiaran les possibilitats que ofereix SCHUNK a nivell de productes per tal d'escollir amb quins es podria treballar. Seguidament es dissenyarà la peça a maniobrar amb la pinça i el robot cartesià, durant l'aplicació.

Així mateix, es dissenyarà un suport fixe on adjuntar l'aplicació per a poder referenciar-la alhora de programar-ho. Una vegada feta la peça i un cop fixat el pes de la mateixa, es procedirà a fer la tria i dimensionament de les pinces pneumàtiques i de l'actuador per a l'aplicació, així com el disseny i confecció dels dits per a la pinça.

Tanmateix caldrà realitzar el disseny i construcció de les plaques adaptatives per a poder acoblar la pinça amb l'actuador, i l'actuador amb el robot.

Un cop fet això, i amb les unitats muntades al robot, es realitzarà el disseny del cablejat de l'aire a pressió i es procedirà amb la programació de l'aplicació de mostra, així com la limitació de l'espai de treball del robot.

Una cop realitzada, es procedirà a fer una guia a mode de pràctica per als estudiants de robòtica del TecnoCampus en el que s'hi podrà llegir els passos per a la confecció de la mateixa aplicació.

En cap cas es farà una coberta per al robot a nivell de sistema de seguretat, ja que es limitarà el robot a velocitats molt baixes, i s'implementarà un sistema de detecció de presència per baixar la velocitat del robot, i tampoc es realitzarà un dispensador per a les peces de l'aplicació.

A mode de resum el present projecte abasteix:

- Disseny i confecció de la peça a maniobrar.
- Disseny i confecció del suport de l'aplicació.
- Dimensionament de la pinça i l'actuador.
- Compra de les referències corresponents.

- Disseny i confecció dels dits de la pinça.
- Disseny i confecció de les plaques adaptatives.
- Acoblament de les unitats al robot.
- Disseny i acoblament del cablejat pneumàtic.
- Programació de l'aplicació de mostra.
- Programació del sistema de seguretat
- Guia tutorial de la realització de l'aplicació.

Aquest és l'abast del projecte teòric, cal notar però la possibilitat de desviacions sorgides per imprevistos.

En tot cas, s'acceptaran desviacions que no suposin un risc en quant a desviacions en la planificació i no modifiquin la data límit de culminació del projecte.

4. Objectius i especificacions tècniques.

A continuació s'especifiquen els objectius del present projecte amb les especificacions tècniques associades.

- L'objectiu principal és la implantació d'una pinça SCHUNK al sistema de multi eixos RPE del TechCenter amb un actuador que li doni més llibertat de moviments. Això s'aconseguirà aplicant una pinça paral·lela de simple efecte amb retorn per molla, adjuntada a un actuador de gir de 180°.
- Es dissenyarà una aplicació de màrqueting i demostració emprant productes de la categoria d'automatització SCHUNK, mitjançant tecnologia pneumàtica. Es limitarà el subministrament d'aire comprimit a la pinça a 3,5 bars per tal de no malmetre la peça a maniobrar.
- Es realitzarà també la programació de l'aplicació de mostra utilitzant el controlador de KEBA, i el software KeStudio, amb el que es definiran els moviments del robot, l'espai de treball i les accions de la pinça i l'actuador.
- Un altre objectiu requerit pel client serà la confecció d'un manual d'operació per a que s'empri en futures pràctiques al Tecnocampus, emprant també el software KeStudio.
- Finalment es requerirà d'un sistema de seguretat per al robot, que es durà a terme mitjançant un sistema de detecció de presència que reduirà la velocitat dels eixos del cartesià en notar presència.

5. Generació i plantejament de possibles solucions alternatives.

Amb la intenció d'elegir els components més adequats per a la instal·lació i programació de l'aplicació, i tenint present el que s'ha vist en anteriors els apartats de necessitats d'informació i antecedents, s'utilitzen taules multi criteri on es durà a terme una ponderació amb els criteris esmentats a continuació de l'1 al 5 per avaluar el grau d'assoliment de cada un d'ells. El número 1 significarà a un grau d'assoliment baix, mentre que el 5 farà referència a un grau d'assoliment molt elevat.

5.1. Robot industrial.

A la següent taula s'analitza el tipus de robot industrial que s'utilitzarà. És l'element central de l'aplicació i representa un factor indispensable per la instal·lació.

La informació referent als robots industrials es pot veure a l'apartat 2.4.

Criteris	Angular	Scara	Cartesià
Preu	3	4	5
Repetibilitat	5	4	5
Precisió	4	3	4
Programació	1	2	3
Puntuació final	13	13	17

Taula 5.1. Rúbrica avaluació pel tipus de robot industrial

Font: Elaboració Pròpia

- ✓ El robot industrial escollit és el cartesià.

5.2. Sistema de subjecció.

A la següent taula s'analitza el tipus de subjecció que s'utilitzarà. És també un factor indispensable per la instal·lació i configuració de l'aplicació.

La informació referent als sistemes de subjecció es pot veure a l'apartat 2.6.

Críteris	Pinça paral·lela	Pinça cèntrica	Pinça angular
Preu	3	2	3
Pes	4	3	3
Versatilitat	4	3	2
Optimització de l'espai	4	1	5
Puntuació final	15	9	13

Taula 5.2. Rúbrica avaluació pel tipus de subjecció

Font: Elaboració Pròpia

- ✓ El tipus de subjecció serà una pinça paral·lela.

5.3. Actuator.

A la següent taula s'analitza el tipus d'actuator que s'utilitzarà.

La informació referent als actuadors es pot veure a l'apartat 2.8.

Críteris	Gir	Posicionament lineal	
		Elèctric	pneumàtic
Preu	5	2	2
Programació	3	4	4
Manteniment	4	4	3
Versatilitat	4	3	4
Puntuació final	16	13	13

Taula 5.3. Rúbrica avaluació pel tipus d'actuator

Font: Elaboració Pròpia

- ✓ L'actuator escollit és un gir.

5.4. Sistema de detecció.

A la següent taula s'analitza el tipus de detecció que s'utilitzarà en l'aplicació.

La informació referent als detectors es pot trobar a l'apartat 2.7.6.

Criteris	Inductiva	Magnètica	
		Simple	Programable
Preu	5	4	3
Programabilitat	4	4	4
Versatilitat	3	5	3
Puntuació final	13	13	10

Taula 5.4. Rúbrica avaluació pel tipus de detecció.

Font: Elaboració Pròpia

- ✓ La detecció escollida serà magnètica no programable.

6. Anàlisi de viabilitat.

En aquest capítol es durà a terme un anàlisi multi criteri, on s'analitzarà tant la viabilitat tècnica, econòmica i mediambiental seleccionant la alternativa més adequada per tal de complir amb les especificacions tècniques detallades al capítol 4,

6.1. Viabilitat tècnica.

En aquest apartat es determinaran els diferents components que presentarà l'aplicació un cop feta la selecció de l'alternativa més adequada. S'empraran les referències planificades en el pressupost de material, ja que l'elecció final serà molt similar a la plasmada en aquest anàlisi. No obstant, durant el projecte de detall s'hi podrien introduir matisos referents a les unitats finalment implantades.

S'analitzaran els següents components: robot cartesià, pinça paral·lela, sistemes de detecció i actuator de gir i se'n descriuran les seves característiques tècniques.

6.1.1. Robot Cartesià.

S'emprarà el robot cartesià ubicat al Tech Center. Es tracta d'un sistema SCHUNK de multi eixos, amb referència RPE 200-X0500-Y0800-Z300-O (0381669), amb les següents característiques tècniques:

- Màx. Càrrega útil [kg]: 20
- Carrera horitzontal [eix X] [mm]: 500
- Màx. Acceleració [eix X] [m /s²]: 5
- Màx. Velocitat [eix X] [m /s]: 1
- Repetibilitat [eix X] [mm]: ± 0,08
- Tipus d'eix [eix X]: B 80-ZSS²
- Carrera Horitzontal [eix Y] [mm]: 800
- Màx. Acceleració [eix Y] [m /s²]: 5
- Màx. Velocitat [eix Y] [m /s]: 1
- Repetibilitat [eix Y] [mm]: ± 0,08
- Tipus d'eix [eix Y]: B 140-ZSS
- Carrera vertical [eix Z] [mm]: 300
- Màx. Acceleració [eix Z] [m / s²]: 2
- Màx. Velocitat [eix Z] [m / s]: 0.25
- Repetibilitat [eix Z] [mm] ± 0,03
- Tipus d'eix [eix Z]: B 80-SSS

² Notis que la Z, de ZSS, fa referència a l'accionament per corretja de l'eix, mentre que la S es refereix a l'accionament per cargol sense fi.

Aquest conjunt d'eixos elèctrics que formen el robot cartesià, són dos eixos d'accionament de corretja en els pans horitzontals, i un cargol sense fi en el pla vertical.

I a nivell de controlador i de les seves interfícies, disposa de:

- 3 controladors Bosch Rexroth IndraDrive CS
- Interfície del controlador PROFIBUS [controlador Bosch Rexroth, IndraDrive]
- Conjunts de 3 x cable

6.1.2. Pinça paral·lela

S'emprarà el model de pinça paral·lela PGN-plus 80, amb referència 0371101, de doble efecte. Aquest model té les següents característiques tècniques:

- Carrera per dit [mm]: 8
- Força de tancament [N]: 415
- Força d'obertura [N]: 465
- Pes [kg]: 0.5
- Càrrega de treball recomanada [kg]: 2.1
- Consum de fluid [cm³]: 36
- Min. Pressió d'operació [bar]: 4
- Màx. Pressió d'operació [bar]: 6.5
- Pressió operativa nominal [bar]: 6
- Min. Pressió de purga d'aire [bar]: 0.5
- Màx. Pressió de purga d'aire [bar]: 1
- Temps de tancament [s]: 0.03
- Temps d'obertura [s]: 0,05
- Cicle tancament / obertura amb molla [s]: 0,1
- Màx. Longitud admissible del dit [mm]: 105
- Màx. Pes admissible per dit [kg]: 0.6
- Protecció IP 40
- Min. Temperatura ambient [° C]: 5
- Màx. Temperatura ambient [° C]: 90
- Repetiu la precisió [mm]: 0.01
- Classe de sala neta ISO 14644-1 5
- Moment Mx màx. [Nm]: 60
- Moment MY màx. [Nm]: 95
- Moment Mz màx. [Nm]: 55
- Màx. Força axial Fz màx. [N]: 1500

6.1.3. Gir

El gir que s'emprarà en l'aplicació serà el gir SRU-plus 20-W-180-3-4-M8, amb referència 0361424, que té les següents característiques tècniques:

- Esmorteïment de posició final per molla-elastòmer
- Angle de rotació [°]: 180
- Ajust a la posició final [°]: 3
- Parell [Nm]: 3
- Sense posició intermitja
- Protecció IP 67
- Pes [kg]: 2,05
- Consum de fluid [cm³]: 60
- Pressió operativa nominal [bar]: 6
- Min. Pressió d'operació [bar]: 4
- Màx. Pressió d'operació [bar]: 8
- Diàmetre de mànega de connexió 6 x 3.9 x 1.05
- Min. Temperatura ambient [° C]: 5
- Màx. Temperatura ambient [° C]: 60
- Repetibilitat [°]: 0,05
- Classe de sala neta ISO 5
- Moment My màx. [Nm]: 10.4
- Màx. Força axial Fz màx. [N]: 800

6.1.4. Sistemes de detecció

Els detectors que s'empararan per a l'aplicació seran els detectors magnètics MMS-22-S-M8-PNP, amb referència 0301032, que tenen les següent característiques:

- Principi de mesurament magnètic
- Funció de commutació per proximitat
- Tipus de commutació PNP
- Nombre de punts de commutació: 1
- Min. Temperatura ambient [° C]: -10
- Màx. Temperatura ambient [° C]: 70
- Pantalla LED al sensor
- Tipus de tensió: DC
- Tensió nominal [V]: 24
- Min. Tensió [V]: 10
- Màx. Tensió [V]: 30
- Caiguda de tensió [V]: 2
- Màx. corrent de funcionament [A]: 0,005
- Connexions cable M8
- Longitud del cable [cm]: 30
- Diàmetre del cable [mm]: 2.1
- Pes del producte [kg]: 0,01
- Intensitat IP (sensor) 67

6.2. Viabilitat econòmica.

En aquest apartat s'analitzarà la viabilitat econòmica per a l'execució del present projecte, en el que s'hi podrà veure el seu pressupost.

6.2.1. Pressupost del projecte.

El pressupost del projecte es troba en detall al capítol 8 del present document. S'hi inclouen els costos directes, els costos indirectes i els costos d'amortització dels equips i sistemes de desenvolupament. A la taula 6.1 es pot veure el resum del pressupost.

Pressupost del Projecte	
Concepte	Import (€)
Capítol I: Elaboració del projecte	21.250
Capítol II: Materials	6.373
Capítol III: Amortitzacions	2.750
Subtotal	30.373
IVA (21%)	6.378,33
TOTAL PRESSUPOST	36.751,33

Taula 6.1. Quadre de costos

Font: Elaboració Pròpia

6.3. Viabilitat mediambiental.

En aquest apartat s'exposen les conclusions extretes a partir de resoldre les preguntes sobre la identificació dels elements bàsics del projecte i la preavaluació d'impacte ambiental.

El projecte tracta de la instal·lació i programació d'una aplicació a l'empresa SCHUNK instal·lada al TCM3 del parc universitari TecnoCampus-Mataró, i per motius força evidents l'impacte ambiental que presenta és mínim.

Aquesta instal·lació no presenta un impacte ambiental important ja que es construirà en una zona urbanitzada, no requerirà canvis en l'edifici on s'ubicarà, ni tampoc representarà un canvi al seu entorn. No s'utilitzaran ni materials radioactius, ni tòxics, ni químics, ni nocius per al medi ambient.

El següent llistat és una taula resum de les principals accions i factors que s'hauran de prendre en consideració en l'estudi de detall.

	Factor Ambiental	Impacte sobre ...
Medi Natural	Atmosfera	Cap, no es produeix cap emissió de gasos tòxics o contaminants
	Sòl	Cap, es realitza en una edificació ja construïda
	Aigua	Cap
	Flora	Cap
	Fauna	Cap
	Medi preceptuat	Cap
Medi Socioeconòmic	Usos del territori	Molt baix, ja que s'implementa sobre una edificació ja existent
	Culturals	Molt baix.
	Infraestructura	No es construeix ni es té la necessitat de destruir cap entorn, ja que s'implementa en una edificació ja existent.
	Humans	Hi ha poc efecte ja que l'impacte mediambiental es baix i aquest afecta directament a l'esser humà
	Economia i població	Cap

Taula 6.2. Factors ambientals impactats

Font: Elaboració Pròpia

Factors Impactats		Observacions
Fase de Construcció o Execució	Acústics	Sorolls produïts durant el muntatge de l'aplicació, que no superaran els límits establerts.
	Visuals	Durant la fase de construcció, no es podrà disposar de l'espai de reunions i esdeveniments.
Fase de Funcionament o Explotació	Acústiques	S'escoltaran els sorolls produïts per l'aire comprimit accionant els productes, afectant únicament els que estiguin a dins de la sala.
Fase d'Ús	Visuals	Es podrà veure si s'està dins de la sala, i es procurarà que també es pugui veure des de l'exterior a través dels vidres.

Taula 6.3. Factors impactats

Font: Elaboració Pròpia

7. Planificació

Un treball de final de grau presenta un total de 24 crèdits ETCS que representen un total de 600 hores. Pel que respecta a l'avantprojecte ja s'hi ha dedicat 200 hores. Pel que fa a el projecte de detall es començarà el dia 23 d'octubre, després d'haver feta la correcció de l'avantprojecte, tindrà una dedicació de 445 hores, finalitzant el dia 5 de gener. El treball es realitzarà durant tots els dies laborables de la setmana de 16:00 a 21:00, ja que és l'horari disponible pel que fa a pràctiques a empresa. A la taula 7.1 es pot veure tant el resum de les tasques i les seves predecessores com l'inici, la durada i el final de cadascuna d'aquestes.

CODI	Nom d la tasca	Duració	Inici	Fi	Precedència
INCI	Inici del Projecte	0 hores	mar 2/5/17	mar 2/5/17	-
A	Avantprojecte	200 hores	mar 2/5/17	vie 30/6/17	INCI
B	Correcció avantprojecte	20 hores	vie 30/6/17	jue 6/7/17	A
C	Disseny i confecció de la peça	20 hores	lun 23/10/17	vie 27/10/17	B
D	Dimensionament i compra de les referències	10 hores	vie 27/10/17	mar 31/10/17	C
E	Distribució dels productes SCHUNK	14 dies	mar 31/10/17	jue 16/11/17	D
F	Disseny i confeccionament dels dits de la pinça	25 hores	vie 27/10/17	vie 3/11/17	C
G	Assemblatge de les unitats al robot	30 hores	jue 16/11/17	lun 27/11/17	E
H	Realització de plànols i esquemes	25 hores	vie 3/11/17	lun 13/11/17	F
I	Programació de l'aplicació	80 hores	lun 27/11/17	mié 20/12/17	G
J	Implantació sistema seguretat de l'aplicació	40 hores	lun 27/11/17	jue 7/12/17	G
K	Redacció tutorial aplicació	20 hores	jue 7/12/17	jue 14/12/17	J
L	Redacció de la documentació	120 hores	vie 27/10/17	lun 4/12/17	C
M	Revisió final de format i ortografia	20 hores	mié 20/12/17	mar 26/12/17	I; L
N	Impressió i enquadernació del treball	25 hores	mié 27/12/17	mié 3/1/18	M
O	Preparació de CD i documentació per a entregar	10 hores	mié 3/1/18	vie 5/1/18	N
FI	Final del Projecte	0 horas	vie 5/1/18	vie 5/1/18	O

Taula 7.1. Resum de tasques

Font: Elaboració Pròpia

Amb la informació de la Taula 7.1 s'ha realitzat el Diagrama de Gantt de les tasques amb el camí crític indicat amb l'ajuda del software Microsoft Project ³ que es pot veure a la Fig. 7.1.

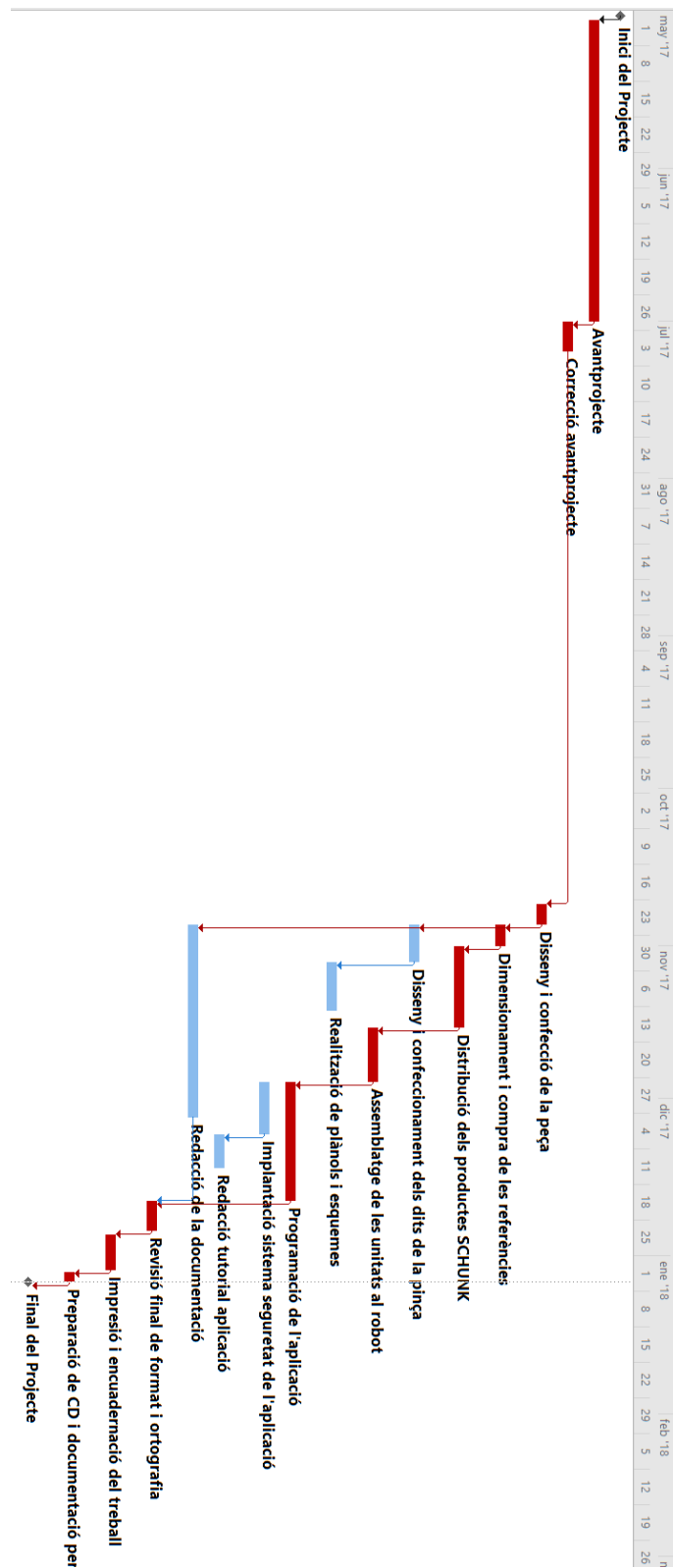


Fig. 7.1. Diagrama de Gantt

Font: Elaboració Pròpia

³ Programa desenvolupat per l'empresa americana Microsoft orientada a planificacions d'activitats i projectes.

8. Pressupost.

8.1. Amidaments

En el present apartat s'indiquen els amidaments que fan referència al projecte d'enginyeria com es pot veure a la taula 8.1.

Capítol I: Elaboració del projecte		
Codi	Descripció	Parts iguals
1.0	Hores de projectista destinades a l'elaboració de l'avantprojecte	200
1.1	Hores de projectista destinades a la correcció de l'avantprojecte	20
1.2	Hores de projectista destinades al disseny i confecció de la peça	20
1.3	Hores de projectista destinades al dimensionament i compra de les referències	10
1.4	Hores de projectista destinades al disseny i confeccionament dels dits de la pinça	25
1.5	Hores del projectista destinades a l'assemblatge de les unitats al robot	30
1.6	Hores de projectista destinades a la realització de plànols i esquemes	25
1.7	Hores projectista destinades a la programació de l'aplicació	80
1.8	Hores projectista destinades a la implantació del sistema de seguretat de l'aplicació	40
1.9	Hores projectista destinades a la realització del tutorial de l'aplicació	20
1.10	Hores projectista destinades a la redacció de la documentació	120
1.11	Hores de projectista destinades a la revisió de format i ortografia	20
1.12	Hores de projectista destinades a la impressió i enquadernació del treball	25
1.13	Hores de projectista destinades a la preparació del CD i la documentació per entregar	10

Taula 8.1. Amidament de l'elaboració del projecte

Font: Elaboració Pròpia

Capítol II: Material		
Codi	Descripció	Parts iguals
2.0	Material d'oficina	1
2.1	Impressió dels documents del projecte	200
2.2	Enquadernació del document	1
2.3	Pinça PGN+80-1-AS	1
2.4	Actuador de gir SRU+20-W-180-3-4-M8	1
2.5	Detectors magnètics MMS-22-S-M8-PNP	4
2.6	Extensió de cable per als detectors	4
2.7	Electrovàlvules ABV-MV30-G1/8-V4-M8	3
2.8	Placa adaptadora robot cartesià	1
2.9	Placa adaptadora actuador gir	1
2.10	Transport Material	1

Taula 8.2. Amidament dels costos de material

Font: Elaboració Pròpia

8.2. Quadre de preus

En aquest apartat s'indiquen els quadres de preus que fan referència al projecte d'enginyeria.

Capítol I: Elaboració del projecte		
Codi	Descripció	Preu unitari (€)
1.0	Hores	20
1.1	Hores	15
1.2	Hores	25
1.3	Hores	15
1.4	Hores	25
1.5	Hores	30
1.6	Hores	25
1.7	Hores	30
1.8	Hores	30
1.9	Hores	20
1.10	Hores	20
1.11	Hores	15

(Continuació) Capítol I: Elaboració del projecte		
Codi	Descripció	Preu unitari (€)
1.12	Hores	10
1.13	Hores	10

Taula 8.3. Preus de l'elaboració del projecte

Font: Elaboració Pròpia

Capítol II: Material		
Codi	Unitats	Preu unitari (€)
2.0	-	10,00
2.1	Fulls	0,15
2.2	-	100,00
2.3	-	778,26
2.4	-	1279,66
2.5	-	38,42
2.6	-	28,34
2.7	-	315,01
2.8	-	429,00
2.9	-	393,00
2.10	-	17,30

Taula 8.4. Preus dels materials

Font: Elaboració Pròpia

8.3. Pressupost Parcial

En aquest apartat es detallarà el pressupost parcial del projecte, en la Taula 8.5 es pot veure el pressupost parcial de l'elaboració del projecte.

Capítol I: Elaboració del projecte				
Codi	Descripció	Unitats	Preu unitari (€)	Import
1.0	Hores de projectista destinades a l'elaboració de l'avantprojecte	200	20	4.000
1.1	Hores de projectista destinades a la correcció de l'avantprojecte	20	15	300
1.2	Hores de projectista destinades al disseny i confecció de la peça	20	25	500
1.3	Hores de projectista destinades al dimensionament i compra de les referències	10	15	150
1.4	Hores de projectista destinades al disseny i confeccionament dels dits de la pinça	25	25	625
1.5	Hores del projectista destinades a l'assemblatge de les unitats al robot	30	30	900
1.6	Hores de projectista destinades a la realització de plànols i esquemes	25	25	625
1.7	Hores projectista destinades a la programació de l'aplicació	80	30	2.400
1.8	Hores projectista destinades a la implantació del sistema de seguretat de l'aplicació	40	30	1.200
1.9	Hores projectista destinades a la realització del tutorial de l'aplicació	20	20	400
1.10	Hores projectista destinades a la redacció de la documentació	120	20	2.400
1.11	Hores de projectista destinades a la revisió de format i ortografia	20	15	300
1.12	Hores de projectista destinades a la impressió i enquadernació del treball	25	10	250
1.13	Hores de projectista destinades a la preparació del CD i la documentació per entregar	10	10	100
Costos Indirectes				
1,14	Costos Indirectes mà d'obra			2.830
TOTAL CAPÍTOL I (25% de marge)				21.250

Taula 8.5. Pressupost parcial de l'elaboració del projecte

Font: Elaboració Pròpia

El pressupost parcial dels materials es pot veure a la Taula 8.6.

Capítol II: Material				
Codi	Descripció	Unitats	Preu unitari (€)	Import
2.0	Material d'oficina	1	10	10
2.1	Impressió dels documents del projecte	200	0,15	30
2.2	Enquadernació del document	1	100	100
2.3	Pinça PGN+80-1-AS	1	778,26	778,26
2.4	Actuador de gir SRU+20-W-180-3-4-M8	1	1279,66	1.279,66
2.5	Detectors magnètics MMS-22-S-M8-PNP	4	38,42	153,68
2.6	Extensió de cable per als detectors	4	28,34	113,36
2.7	Electrovàlvules ABV-MV30-G1/8-V4-M8	3	315,01	945,03
2.8	Placa adaptadora robot cartesià	1	429,00	429,00
2.9	Placa adaptadora actuador gir	1	393,00	393,00
2.10	Transport Material	1	17,30	17,30
Costos Indirectes				
Costos Indirectes material				849
TOTAL CAPÍTOL I (25% de marge)				6.373

Taula 8.6. Pressupost parcial dels materials

Font: Elaboració Pròpia

El pressupost parcial de les amortitzacions es pot veure a la Taula 8.7. S'amortitzarà el software emprat per a la realització del projecte, així com el portàtil que s'ha utilitzat per a escriure tots els documents i plànols, així com per a utilitzar el programes anunciats. [6]-[9].

Capítol III: Amortitzacions				
Cost de Material				
Codi	Descripció	Cost Inversió	N (anys)	€/any
3.0	Ordinador	1200	3	400
3.1	Software Microsoft Office Professional	425,81	3	141,94
3.2	Software Microsoft Project Professional	1.081,51	3	360,51
3.3	Software Microsoft Visio Professional	853,81	3	284,61
3.4	Software AutoCad	3.613,31	3	1.204,44
TOTAL CAPÍTOL III (15% de marge)				2.750

Taula 8.7. Pressupost parcial de les amortitzacions

Font: Elaboració Pròpia

8.4. Pressupost Global

Finalment, a la Taula 8.8, es pot visualitzar el pressupost total final del projecte.

Pressupost del Projecte	
Concepte	Import (€)
Capítol I: Elaboració del projecte	21.250
Capítol II: Materials	6.373
Capítol III: Amortitzacions	2.750
Subtotal	30.373
IVA (21%)	6.378,33
TOTAL PRESSUPOST	36.751,33

Taula 8.8. Pressupost del projecte

Font: Elaboració Pròpia

9. Referències.

- [1] GRAN ENCICLOPÈDIA CATALANA (2017). *Robots* [versió electrònica]. Disponible a: <http://www.enciclopedia.cat/EC-GEC-0208451.xml> (Abril, 2017)
- [2] GUILLERMO ALMEIDA (2009). *unidad y fundamentos generales de la Robotica* [versió electrònica]. Disponible a <http://guillermoalmeida.wikispaces.com/file/view/UNIDAD+I+ROBOTICA+2009.pdf>
- [3] SCHUNK (2017). *Pàgina web de SCHUNK*. Disponible a https://schunk.com/es_en/homepage/ (Juny, 2017)
- [4] CATÀLEG COMERCIAL SCHUNK (2016). *Product Overview Gripping Systems*. [versió electrònica]. Disponible a <https://schunk.com/fileadmin/pim/docs/IM0020401.PDF>.
- [5] CATÀLEG COMERCIAL SCHUNK (2016). *Product Overview Rotary Modules*. [versió electrònica]. Disponible a <https://schunk.com/fileadmin/pim/docs/IM0020403.PDF>
- [6] CUÉNTICA (2015) *TABLA DE AÑOS Y PORCENTAJES DE AMORTIZACIÓN PARA SOCIEDADES A PARTIR DE 2015* [versió electrònica]. Disponible a: http://www.ine.es/prensa/ipri_tabla.htm (Gener, 2017)
- [7] MEDIAMARKT (2017) *Informática* [versió electrònica]. Disponible a: <https://tiendas.mediamarkt.es/informatica> (Gener, 2017)
- [8] MICROSOFT (2017) *Tienda Microsoft* [versió electrònica]. Disponible a: https://www.microsoftstore.com/store/mseea/es_ES/home (Gener, 2017)
- [9] AUTOCAD (2017) *Autodesk Tienda Online* [versió electrònica]. Disponible a: <http://www.autodesk.es/store/products/autocad> (Gener, 2017)

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

**DISSENY I IMPLEMENTACIÓ D'UNA PINÇA SCHUNK, PER A APLICACIONS
DE DEMOSTRACIÓ, EN UN ROBOT CARTESIÀ**

Annexos Avantprojecte

ROGER MARFÀ I MIRÓ

PONENT: JOAN TRIADÓ

TARDOR 2017



TecnoCampus
Mataró-Maresme

Índex

Annex I: Informe Mediambiental	3
Annex II: Recull Ofertes Proveïdors	17

Annex I: Informe Mediambiental

1. Identificació dels elements bàsics Del Projecte

1.1. Matèries primeres

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
Quines matèries primeres seran utilitzades?	X			Metalls, plàstics i elements electrònics
Com seran obtingudes aquestes matèries primeres?	X			Comprats a proveïdors
En el sistema d'enviament (transport) de les matèries primeres a la localització prevista, s'han tingut en consideració els possibles impactes de tipus ambiental?		X		Sempre ja que s'ha buscat proveïdors europeus, per minimitzar el cost del transport
Existeix un pla que lligui el projecte als aspectes ambientals d'extracció, transport i emmagatzematge de les matèries primers?		X		Ja que nosaltres comprem tots els materials que haurem d'utilitzar

1.2. Fase d'Operació

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
S'han previst mecanismes de seguretat en el maneig de matèries perilloses, cas que n'hi hagi?		X		No es tindrà matèries perilloses en l'aplicació
Existeixen riscos d'explosió o abocaments per accident?		X		No es tindrà matèries perilloses en l'aplicació
Està previst un pla de seguretat interna, amb la incorporació de tots els mecanismes operatius necessaris?		X		L'emplaçament ja disposa de pla de seguretat
S'han pres mesures especials en els sistemes d'emmagatzematge de materials perillosos?		X		No es tindrà matèries perilloses en l'aplicació
S'han previst les precaucions corresponents per prevenir les pèrdues dels tancs d'emmagatzematge?		X		No
Quins tipus i quantitats de corrents residuals es produiran?		X		Cap
Quins sistemes de control de la contaminació estan previstos?		X		Degut que assemblem no teníem pensat cap dispositiu, apart de un extractor de aire per a treure el fum de les soldadures del components Electronics
Els abocaments previstos, en el cas que n'hi hagi, en sistemes aquàtics (rius, llacs, aigües litorals) són compatibles amb els seus usos presents i futurs, particularment durant els períodes d'estiatge?		X		No hi ha previsió d'abocaments.
Poden els corrents residuals tenir efectes sinèrgics amb altres materials?		X		
Contenen els corrents residuals materials potencialment tòxics?		X		
S'han d'esperar efectes dels abocaments d'aigües residuals al medi receptor, com ara desenvolupament d'algues, mort de peixos, etc.?		X		No hi ha abocaments d'aigües
Està previst el seu monitoratge?, Mitjançant mesures puntuals, periòdiques o en temps real?		X		

Quins sistemes estan previstos per eliminar els materials tòxics?		X		
En cas de produir residus, quin sistema de tractament es pensa utilitzar?		X		
S'ha considerat el reciclatge d'aquests residus?		X		
Quines previsions hi ha per formar el personal de la planta en els aspectes ambientals de gestió de la mateixa?			X	
De quina manera seran controlades les olors?	X			

1.3. Aspectes socials i culturals

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
Com i en quin grau la presència i operació del resultat del projecte altera l'entorn de la seva localització, i afecta les activitats econòmiques i socials?	X			Es pretén que ajudin a patrocinar l'empresa en tots els esdeveniments programats al TechCenter, millorant d'aquesta manera les vendes de productes SCHUNK.
Es crearan o accentuaran problemes d'urbanització?		X		Ja que esta situada en una habitació ja edificada.
S'haurà produir un augment del trànsit?		X		Ja que es una zona ja recorrent pel que a trànsit es tracte.

1.4. Aspectes de salut

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
S'hauran la produir emissions que afecten directament o indirectament la salut?		X		Cap
Quins nous problemes de salut es poden plantejar?		X		Cap
Pot el transport atmosfèric o pels aqüífers, de contaminants afectar la salut, a nivell local o regional?		X		
Quines mesures s'han pres per assegurar als treballadors un programa de seguretat i higiene?	X			Assegurar la manipulació de l'aplicació amb les mans netes.

1.5. Residus finals

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
Quina gestió està prevista fer amb els residus finals?		X		No es generen residus.

1.6. Futures expansions

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
De quina manera futurs projectes podran afectar el medi ambient?	X			Ampliació de l'edifici del TechCenter en cas de expansió de l'empresa.

2. Prevaluació d'impacte Ambiental.

2.1 Factors relacionats amb el projecte

Generalitats

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
----------	----	----	--------	--------------

El projecte provocarà efectes especialment complexos en l'ambient?	X		No
El projecte significarà una pertorbació generalitzada del sòl, neteja del terreny o desbrossament, aplanat o obres subterrànies en gran escala?	X		Ja que és en una zona ja construïda.
El projecte significarà alteracions significatives de d'utilització actual o prevista del sòl o de planificació urbanística?	X		Ja que és en una zona ja construïda.
El projecte exigirà la construcció d'estructures auxiliars d'abastiment d'aigua, energia i combustible?	X		Ja hi ha sortides d'aire comprimit i fonts d'on treure electricitat.
El projecte pot ocasionar alteracions de les conduccions d'aigua?	X		Ja que és en una zona ja construïda.
El projecte pot ocasionar la necessitat de modificar la xarxa de clavegueram?	X		Ja que és en una zona ja construïda.
El projecte pot ocasionar modificacions dels desaigües en casos de pluges intenses?	X		Ja que és en una zona ja construïda.
El projecte pot ocasionar canvis en les xarxes de conducció elèctrica?	X		No ja que la producció no requereix grans potències subministrades.
El projecte exigirà la construcció de noves carreteres o vies d'utilització de tot terreny?	X		Ja que és en una zona ja construïda.
La construcció o explotació del projecte provocarà grans volums de trànsit?	X		No
El projecte significarà desmunt amb explosius, o activitats semblants?	X		
El projecte pot ocasionar un increment de la demanda de fonts d'energia existents o un requeriment de noves fonts d'energia?	X		No ja que la producció no requereix grans potències subministrades.
El projecte serà tancat o clausurat després d'un temps limitat de vida?		X	Segons com evolucioni la tecnologia i respongui l'aplicació.

Medi atmosfèric

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte provocarà emissions atmosfèriques procedents de l'ús de combustibles, de processos de producció, de manipulació de materials, de les activitats de construcció o d'altres fonts?		X		Únicament el transport dels materials necessaris per crear l'aplicació.
El projecte exigirà la destrucció de residus a través de la crema a cel obert (per exemple, residus d'explotació forestal o de construcció)?		X		No

Sorolls, etc.

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte provocarà emissions sonores, vibracions, llum, calor o altres formes de radiació en l'ambient?	X			Simplement el soroll d'accionament pneumàtic.

Medi aquàtic

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte exigirà grans quantitats d'aigua o la producció de grans volums d'aigües residuals o efluent industrial?		X		
El projecte significarà una degradació dels models de drenatge existents (incloent la construcció de preses o la desviació de cursos d'aigua o l'augment dels riscos d'inundació)?		X		
El projecte exigirà el dragatge de canals o la rectificació del traçat de travessies de cursos d'aigua?		X		
El projecte exigirà la construcció de molles o dics?		X		
El projecte exigirà la construcció d'estructures mar endins (espigons, plataformes petrolíferes, etc.)?		X		

Producció de residus

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte pot ocasionar gran quantitat de residus inerts?		X		
El projecte pot ocasionar gran quantitat de residus tòxics o especials?		X		
El projecte exigirà l'evacuació d'escòries o residus del procés d'explotació minera?		X		
El projecte exigirà l'evacuació de residus urbans o industrials?		X		
El projecte facilitarà la possibilitat d'increment de contaminants?		X		
El projecte podrà contaminar els sòls i les aigües subterrànies?		X		Ja que no es realitza cap activitats amb àcids ni basaments d'aigües

Riscos

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte violarà els estàndards d'effluents tòxics?		X		
La realització del projecte exigirà l'emmagatzematge, manipulació, utilització, producció o transport de substàncies perilloses (inflamables, explosives, tòxiques, radioactives, cancerígenes o mutagèniques)?		X		
L'explotació del projecte exigirà la producció de radiacions electromagnètiques o altres que puguin afectar la salut humana o equipaments electrònics?		X		
El projecte exigirà la utilització regular de productes químics de control de paràsits i d'herbes nocives?		X		
El projecte podrà registrar una fallada operacional que torni insuficient les mesures normals de protecció de l'ambient?		X		
El projecte pot ocasionar riscos d'explotació o emissió de substàncies perilloses (pesticides, substàncies químiques, radiacions) com a conseqüència d'un accident o anomalia?		X		
El projecte pot ocasionar possibles interferències amb un pla d'emergència o evacuació?		X		
El projecte pot ocasionar possibles descensos de la seguretat laboral?		X		

Aspectes socials

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte pot ocasionar una reducció substancial de la qualitat de l'entorn?		X		
El projecte pot ocasionar l'eliminació d'un element singular per la religió?		X		
El projecte pot ocasionar algun efecte substancial advers sobre els béns humans?		X		
El projecte implicarà llocs de treball per a un gran nombre de treballadors?		X		No generarà llocs de treball
La mà d'obra tindrà accés apropiat a allotjament i a altres estructures?	X			
El projecte implicarà despeses significatives en l'economia local?		X		
El projecte provocarà alteracions de les condicions sanitàries?		X		

El projecte pot ocasionar alteracions de la localització, distribució, densitat o índex de creixement de la població de l'àrea?	X		
El projecte implicarà requisits significatius en termes d'instal·lació de serveis?.	X		
El projecte pot ocasionar necessitats d'habitatge generant nova demanda?	X		
El projecte pot ocasionar alguna incidència o generació de noves necessitats de serveis públics en l'àrea de protecció contra el foc (bombers, ...)?	X		
El projecte pot ocasionar alguna incidència o generació de noves necessitats de serveis públics en l'àrea de la policia?	X		
El projecte pot ocasionar alguna incidència o generació de noves necessitats de serveis públics en l'àrea de les escoles?	X		
El projecte pot ocasionar alguna incidència o generació de noves necessitats de serveis públics en l'àrea de parcs o altres instal·lacions d'esbarjo?	X		
El projecte pot ocasionar alguna incidència o generació de noves necessitats de serveis públics en l'àrea de manteniment d'instal·lacions públiques incloent carreteres i carrers?	X		
El projecte pot ocasionar alguna incidència o generació de noves necessitats de serveis públics en l'àrea d'altres serveis governamentals?	X		

2.2 Factors relacionats amb la localització

Protecció Jurídica

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte es situa en zones designades o protegides per la legislació de l'Estat membre o pròximes a elles?	X			
El projecte se situa en una zona en què les normes de qualitat de l'ambient que estableix la legislació de l'Estat membre són violades?		X		

Característiques generals

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte se situa en una zona amb característiques naturals úniques?		X		
La capacitat de regeneració de les zones naturals, com zones costanera, muntanyoses i forestals, es veurà afectada, de manera negativa, pel projecte?		X		
La zona del projecte registra nivells elevats de contaminació o altres danys ambientals?		X		
El projecte se situa en una zona els sòls i / o aigües subterrànies de la qual poden haver estat contaminats ja per usos anteriors?			X	

Dades hidrològiques

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte es situa en terrenys pantanosos, cursos d'aigua o masses d'aigua o en la seva proximitat?	X			Proper al mar
El projecte es situa en la proximitat de fonts importants d'aigües subterrànies?		X		

Característiques paisatgístiques i estètiques

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte se situa en una zona d'elevada qualitat i / o sensibilitat paisatgística?		X		
El projecte se situa en una zona visible per a un nombre significatiu de persones?	X			

Condicions atmosfèriques

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte se situa en una zona subjecta a condicions atmosfèriques adverses (inversions de la temperatura, boires denses, vent violent)?		X		

Característiques històriques i culturals

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte es situa a les proximitats de patrimonis històric o cultural especialment importants o valuosos?		X		La ubicació del polígon esta lluny de patrimonis històrics i culturals

Estabilitat

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte se situa en una zona propensa a desastres naturals o accidents provocats per causes naturals o artificials?		X		
El projecte se situa en una zona de topografia escarpada que pugui ser propensa a esllavissades del terreny, erosió, etc. ?		X		
El projecte se situa en una zona litoral, o pròxima a ella, propensa a erosió?	X			
El projecte se situa en una zona propensa a terratrèmols o falles sísmiques?		X		

Ecologia

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte es situa a les proximitats d'hàbitats especialment importants o valuosos?		X		
Hi ha a la zona espècies rares o en vies d'extinció?		X		
El lloc es podria revelar resistent a la reconstrucció natural o programada de la vegetació?		X		

Utilització del sòl

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte entrarà en conflicte amb la política de planificació urbanística o utilització del sòl en vigor?	X			
La utilització del sòl proposada podrà entrar en conflicte amb la utilització de sòls veïns (existent o proposta)?		X		
El projecte se situa en una zona d'elevada densitat de població o en les proximitats de zones residencials o altres d'utilització del sòl sensibles (ex.: hospitals, escoles, locals de culte, serveis públics)?		X		
El projecte se situa en un terreny d'elevat valor agrícola?		X		
El projecte se situa en una zona d'importància recreativa / turística?		X		

2.3. Factors relacionats amb l'impacte ambiental

Sòl i Propietats

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte causarà una degradació o pèrdua d'utilització del sòl important?		X		
El projecte pot ocasionar canvis de les condicions de sòls inestables o en les subestructures geològiques?		X		
El projecte pot ocasionar trencaments, desplaçaments, compactació o descobriment del sòl?		X		
El projecte pot ocasionar canvis en la topografia o característiques del relleu de la superfície del sòl?		X		
El projecte pot ocasionar destrucció, modificació o cobriment d'alguna singularitat geològica o característica física?		X		
El projecte ocasionarà una degradació general del terreny?		X		Ja que el projecte per el seu disseny no te un impacte sobre el sol
El projecte pot ocasionar contaminació del sòl?		X		
Hi ha risc d'impacte sobre la infraestructura de suport requerida pel projecte (facilitat de disposició de les aigües residuals, camins, subministrament de sistemes d'electricitat i aigua, escoles)?		X		
Hi ha risc d'impacte del projecte en l'ús dels sòls veïns?		X		
Hi ha risc d'impacte de les instal·lacions superficials de suport del projecte dels usos dels sòls veïns?		X		
Hi ha risc que les obres subterrànies puguin provocar desastres o accidents?		X		
El projecte provocarà la demolició d'estructures o l'ocupació de propietats (cases, jardins, establiments comercials)?		X		

Erosió

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
És probable que el projecte provoqui erosió?		X		
L'adopció de mesures de control de l'erosió podrà comportar altres efectes adversos?		X		
El projecte pot causar algun increment de l'erosió del sòl per vent o aigües tant dins de la instal·lació com fora?		X		
El projecte provocarà erosió de dunes, o arrossegament del litoral o alteracions adverses en els sistemes costaners?		X		
El projecte pot ocasionar canvis en la disposició de les sorres de les platges, modificació de les lleres de rius i llacs per deposició, sedimentació o erosió i canvis del fons del mar i la costa?		X		

Medi aquàtic

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte provocarà impactes en la quantitat i / o qualitat en els subministraments privats o municipals d'aigua?		X		
La utilització d'aigua afectarà la disponibilitat dels proveïments locals existents?		X		
El projecte afectarà de forma negativa la qualitat, direcció, flux o volum de les aigües superficials o subterrànies a causa de sedimentació, alteracions hidrològiques o abocaments?		X		
El projecte pot ocasionar abocament sobre aigües subterrànies o superficials, o alguna alteració de la qualitat de l'aigua superficial o subterrània incloent temperatura, oxigen dissolt, terbolesa i tots els paràmetres habituals?		X		
El projecte pot ocasionar canvis en els corrents, en el curs i direcció de moviments d'aigües, tant dolces com marines?		X		
El projecte provocarà un augment de partícules en suspensió?		X		

El projecte pot ocasionar canvis en els índexs d'absorció, models de drenatge o en els índexs d'evacuació i buidatge superficial?	X		
El projecte pot ocasionar alteracions en el curs o flux d'inundacions i avingudes?	X		
El projecte provocarà canvis de fluctuació del nivell d'aigua?	X		
El projecte provocarà canvis en els gradients de salinitat?	X		
El projecte pot ocasionar canvis en la quantitat d'aigües subterrànies, tant a través d'addicions directes o extraccions, o mitjançant la interrupció d'algun aquífer per talls o excavacions?	X		
L'alteració natural del curs de l'aigua exercirà un efecte negatiu en els hàbitats naturals (per exemple, velocitat del cabal d'aigua i piscicultura) o altres utilitzacions de l'aigua (pesca, navegació, banys)?	X		
El projecte provocarà impacte en la sostenibilitat de les piscifactories tant comercials com recreatives?	X		
El projecte provocarà impacte en tot el referent a activitats recreatives relacionades amb l'aigua?	X		
El projecte ocasionarà alteracions significatives dels models de l'acció de les ones, moviment de sediments o augment de la circulació de l'aigua?	X		
El projecte limitarà la utilització de l'aigua per a fins recreatius, de pesca esportiva, pesca, navegació, recerca, conservació o de caràcter científic?	X		
El projecte provocarà la possibilitat d'impacte en l'aigua segons els resultats de tests físics, químics i biològics?	X		
El projecte provocarà la possibilitat d'impactes en els sediments segons els resultats de tests físics, químics i biològics?	X		
El projecte provocarà la possibilitat d'impactes en els corrents aigües avall?	X		
El projecte provocarà impacte en els valors de producció d'aiguamolls?	X		
El projecte provocarà impacte en els valors per a la protecció de les zones humides dels desastres naturals (inundacions, grans tempestes ...)?	X		
El projecte provocarà impacte com a resultat de la sedimentació obstructiva?	X		
El projecte provocarà impacte en la separació i reciclatge dels nutrients inorgànics per les mareas?	X		
El projecte provocarà impacte en les aigües dels estuaris?	X		
El projecte provocarà impacte en la presència aiguamolls únics o amb característiques geològiques úniques?	X		
El projecte pot ocasionar exposició de persones o propietats a riscos d'aigües com inundacions, temporals o sismes submarins?	X		

Qualitat de l'aire

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte pot ocasionar considerables emissions atmosfèriques o deteriorament de la qualitat de l'aire?	X			
Les emissions provocades pel projecte poden afectar de forma negativa la salut o el benestar humà, la fauna o la flora, els recursos materials o altres?	X			
Les emissions provocades pel projecte poden afectar de forma negativa la salut o el benestar humà, la fauna o la flora, els recursos materials o altres?	X			
El projecte pot ocasionar olors molestos?	X			
El projecte pot ocasionar generació de pols?	X			

Condicions atmosfèriques

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte pot ocasionar alteració dels moviments de l'aire, humitat o temperatura o canvis en el clima tant local com regional?		X		
El projecte provocarà alteracions del medi físic que puguin afectar les condicions microclimàtiques (turbulència, zones de gel, augment de la humitat, etc.)?		X		
El projecte pot ocasionar exposició de persones o béns a riscos geològics, com sismes, esllavissades de terra, allaus de fang, etc.?		X		

Soroll, etc.

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte pot ocasionar increment dels nivells de soroll existents?	X			
El projecte pot ocasionar exposició de les persones a sorolls excessius?		X		
El projecte pot ocasionar un augment considerable de les radiacions lumíniques o enlluernaments?			X	
El projecte tindrà repercussions en les persones, estructures o altres receptors / elements sensibles o sorolls, vibracions, llum, calor o altres formes de radiació?		X		

Ecologia

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte provocarà una reducció de la diversitat genètica?		X		
El projecte provocarà la pèrdua física del substrat i del seu hàbitat?		X		
El projecte provocarà la pèrdua o degradació d'hàbitats especialment valuosos, d'ecosistemes o d'hàbitats d'espècie rares o en vies d'extinció (tant flora com fauna)?		X		
El projecte provocarà impactes en la presència de plantes o animals rars o únics al lloc?		X		
El projecte provocarà impactes en la presència de plantes o animals en límits propers del territori?		X		
El projecte pot ocasionar un descens de la població piscícola o fauna per sota dels límits d'autosuficiència?		X		
El projecte pot ocasionar la introducció de noves espècies de plantes en l'àrea o de barreres per al desenvolupament normal de les espècies existents?		X		
El projecte pot ocasionar la reducció del rendiment d'alguna plantació agrícola?		X		
El projecte pot ocasionar canvis en la diversitat d'espècies vegetals, o el nombre d'algunes espècies de plantes (incloent arbres, arbusts, herbes, plantacions o plantes subaquàtiques)?		X		
El projecte provocarà impactes en els components de la cadena alimentària aquàtica?		X		
El projecte provocarà el deteriorament de la reproducció i / o la nutrició de les espècies aquàtiques?		X		
El projecte provocarà impactes en els mamífers associats amb els ecosistemes aquàtics?		X		
El projecte provocarà impactes en els peixos associats amb els ecosistemes aquàtics?		X		
El projecte provocarà impactes en les aus associats amb els ecosistemes aquàtics?		X		
El projecte provocarà impactes en els rèptils associats amb els ecosistemes aquàtics?		X		
El projecte provocarà impactes en localitzacions aquàtiques especials (marines, en refugis o en santuaris marins)?		X		
El projecte provocarà impacte en / o eliminació dels aiguamolls?		X		
El projecte provocarà impacte en / o eliminació de fangars?		X		
El projecte provocarà impacte en / o eliminació de la vegetació en aigües poc profundes?		X		
El projecte provocarà impacte en / o eliminació de complexos d'estanys i corrents superficials?		X		

El projecte provocarà la possibilitat d'impactes en els bentos (flora i fauna que es troba al fons del llac o del mar)?	X		
El projecte provocarà algun grau d'estrès en les estructures de comunitats biològiques?	X		
El projecte pot provocar canvis en la diversitat d'espècies animals, o el nombre d'algunes espècies d'animals (aus, mamífers, rèptils, amfibis, peixos, insectes, crustacis, mol·luscs o qualsevol altre organisme superior)?	X		
El projecte pot ocasionar la introducció de noves espècies d'animals en l'àrea o de barreres al moviment d'espècies migratòries?	X		
El projecte pertorbarà o perjudicarà la capacitat de reproducció de les espècies o afectarà de forma negativa la migració o les zones d'alimentació, cria, reproducció o descans o comportarà obstacles significatius de les migracions?		X	
Els impactes en termes de soroll, vibracions, llum o calor provocades pel projecte pertorbaran a les aus o altres animals?	X		
El projecte pertorbarà processos ecològics essencials als sistemes biòtics?	X		
El projecte provocarà la introducció d'herbes nocives, paràsits o malalties, o ajudarà a la propagació d'organismes patògens coneguts, d'organismes nocius / exòtics o d'espècies problemàtiques?	X		
El projecte implicarà a gran escala la utilització de plaguicides, fertilitzants o d'altres productes químics que puguin generar residus en el medi terrestre o aquàtic?	X		
El projecte augmentarà de forma significativa els riscos d'incendi?	X		
La sedimentació resultant del projecte provocarà efectes adversos en la vida aquàtica a causa d'una disminució de la llum disponible?	X		

Característiques paisatgístiques i estètiques

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte afectarà de manera significativa una zona paisatgísticament atractiva o històrica o culturalment important?		X		
El projecte afectarà el panorama del lloc, estant a la vista d'un nombre significatiu de persones?		X		
El projecte provocarà impacte en l'estètica-presència de plantes o animals amb alta qualitat visual?		X		
El projecte provocarà impacte en l'estètica-presència d'una massa d'aigua associada?		X		
El projecte provocarà impacte en l'estètica-típus d'aiguamolls o diversitat topogràfica?		X		
El projecte pot ocasionar una obstrucció per la visibilitat del paisatge o suposarà una visió antiestètica del públic?		X		

Impactes relacionats amb el trànsit

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte conduirà a alteracions significatives del trànsit (rodar o un altre), amb els conseqüents efectes per a la resta d'usuaris en termes de soroll, qualitat de l'aire, confort, etc., i impactes per altres receptors?		X		
Les alteracions de l'accessibilitat resultants del projecte conduiran a un augment del potencial del desenvolupament de la zona?		X		
El projecte pot ocasionar la generació d'un substancial increment en el moviment de vehicles?		X		
El projecte pot ocasionar un augment del nombre d'aparcaments?		X		
El projecte pot ocasionar un impacte substancial sobre els sistemes de transport existents?		X		
El projecte pot ocasionar una alteració dels models de circulació existents o moviments de persones i / o béns?		X		
El projecte pot ocasionar alteracions en el trànsit marí, aeri o ferroviari?		X		

El projecte pot ocasionar un increment dels riscos de trànsit per a vehicles de motor, ciclistes o transeünts?	X		
--	---	--	--

Impactes socials i de la salut

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte afectarà de manera significativa el mercat laboral o immobiliari de la zona?		X		
El projecte provocarà la divisió física d'una població existent?		X		
El projecte conduirà a una escassetat d'infraestructures socials en haver de fer front a un augment temporal o permanent de població o de l'activitat econòmica?		X		
El projecte afectarà de manera significativa les característiques demogràfiques de la zona?		X		
El projecte provocarà impacte en qualitats educacionals o científiques?		X		
El projecte pot ocasionar l'exposició de la població a riscos potencials de salut?		X		
El projecte pot ocasionar una disminució de la qualitat i / o quantitat de possibles activitats recreatives?		X		
El projecte pot ocasionar una alteració o destrucció de béns arqueològics?		X		
El projecte pot ocasionar molèsties físiques o estètiques per a monuments arquitectònics existents?		X		
El projecte pot ocasionar un canvi potencial sobre el medi físic que podria afectar valors culturals ètnics?		X		
El projecte pot ocasionar restriccions dels usos religiosos i folklòrics a la seva zona d'influència?		X		

Altres

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
Els efectes seran irreversibles?		X		
Els efectes són acumulatius amb els d'altres projectes?		X		
Els efectes seran sinèrgics?		X		
Existeix la possibilitat d'impactes secundaris adversos?		X		

2.4 Consideracions de caràcter general

Pregunta	SI	NO	Potser	Observacions
El projecte provocarà controvèrsia pública? El projecte pot suscitar grans preocupacions?		X		
Hi ha efectes transfronterers que hagin de ser tinguts en compte?		X		
El projecte portarà a les generacions futures a efectes irreversibles o inevitables?		X		
El projecte entrarà en conflicte amb la política o legislació internacional, nacional o local en vigor?		X		
El projecte exigirà una alteració de la política ambiental en vigor?		X		
Existeix legislació sobre el control de la contaminació, que garanteixin l'atenció deguda als impactes ambientals del projecte?	X			
El projecte tindrà una importància que excedeixi de l'àmbit local?	X			
El projecte implicarà eventuais efectes incerts o que impliquin riscos únics o desconeguts?		X		
El projecte pot ocasionar algun rebuig per part d'associacions o organitzacions populars sobre els efectes mediambientals del projecte?		X		
El projecte proporcionarà estructures que aconseguixin incentivar un desenvolupament posterior (induït), per exemple a través de l'oferta d'una infraestructura de serveis (urbanització, desenvolupament industrial, requisits de transport)?		X		

El projecte necessitarà d'una manera significativa algun recurs l'oferta pugui tornar escassa?	X		
El projecte tindrà impacte en l'increment de despeses o ingressos de l'estat, país o govern local (increment de les despeses de les instal·lacions de suport o increment dels ingressos per impostos)?	X		
El projecte tindrà impacte econòmic - valor dels aiguamolls com a font de nutrients i / o hàbitat per a la vida aquàtica?	X		
El projecte tindrà impactes econòmics - valor com a àrea recreativa?	X		
El projecte tindrà impactes econòmics - valor per control d'inundacions / prevenció d'inundacions?	X		
El projecte tindrà impactes econòmics - costos de manteniment de ports?	X		
El projecte tindrà impacte econòmic en el públic (tant públic com privat) de les instal·lacions de suport al projecte?	X		
El projecte tindrà impacte econòmic (tant públic com privat) en la utilització de sòls veïns?		X	
Hi ha una o més alternatives del projecte raonablement practicables que compleixin amb els objectius del projecte amb un menor impacte ambiental advers?		X	

3. Resum i conclusions.

En aquest apartat s'exposen les conclusions extretes a partir de resoldre les preguntes sobre la identificació dels elements bàsics del projecte i la preavaluació d'impacte ambiental.

El projecte tracta de la instal·lació i programació d'una aplicació a l'empresa SCHUNK instal·lada al TCM3 del parc universitari TecnoCampus-Mataró, i per motius força evidents l'impacte ambiental que presenta és mínim.

Aquesta instal·lació no presenta un impacte ambiental important ja que es construirà en una zona urbanitzada, no requerirà canvis en l'edifici on s'ubicarà, ni tampoc representarà un canvi al seu entorn. No s'utilitzaran ni materials radioactius, ni tòxics, ni químics, ni nocius per al medi ambient.

El següent llistat és una taula resum de les principals accions i factors que s'hauran de prendre en consideració en l'estudi de detall.

	Factor Ambiental	Impacte sobre ...
Medi Natural	Atmosfera	Cap, no es produeix cap emissió de gasos tòxics o contaminants
	Sòl	Cap, es realitza en una edificació ja construïda
	Aigua	Cap
	Flora	Cap
	Fauna	Cap
	Medi preceptuat	Cap
Medi Socioeconòmic	Usos del territori	Molt baix, ja que s'implementa sobre una edificació ja existent
	Culturals	Molt baix.
	Infraestructura	No es construeix ni es té la necessitat de destruir cap entorn, ja que s'implementa en una edificació ja existent.
	Humans	Hi ha poc efecte ja que l'impacte mediambiental es baix i aquest afecta directament a l'esser humà
	Economia i població	Cap

Taula 0.1. Factors ambientals impactats

Font: Elaboració Pròpia

Factors Impactats		Observacions
Fase de Construcció o Execució	Acústics	Sorolls produïts durant el muntatge de l'aplicació, que no superaran els límits establerts.
	Visuals	Durant la fase de construcció, no es podrà disposar de l'espai de reunions i esdeveniments.
Fase de Funcionament o Explotació	Acústiques	S'escoltaran els sorolls produïts per l'aire comprimit accionant els productes, afectant únicament els que estiguin a dins de la sala.
Fase d'Ús	Visuals	Es podrà veure si s'està dins de la sala, i es procurarà que també es pugui veure des de l'exterior a través dels vidres.

Taula 0.2. Factors impactats

Font: Elaboració Pròpia

Annex II: Recull Ofertes Proveïdors

A continuació es pot veure la oferta del proveïdor SCHUNK, d'on s'extreu la informació recollida en el pressupost de material que es pot veure a l'apartat 8.3 de l'avantprojecte.

SCHUNK Intec, S.L.U. | Avda. Ernest Lluch, 32 | TCM 3-6.01 | E-08302 Mataró

SCHUNK INTEC,S.L.U.

Avda. Ernest Lluch, 32 TCM 3 - 6.01

08302 Mataró BARCELONA



OFERTA **32638/ 1**
 Fecha 21.06.17
 Página 1
 Ref. Ped. Proveedor 10351
 Por favor, indique en su pedido el número de la oferta

Su petición del : 21.06.17
 Atn. Roger Marfà

Tel-Nr. 0034-937-556-020
 Fax-Nr. 0034-937-908-692

Muchas gracias por su consulta e interés en nuestros productos SCHUNK

Agradeceremos confirmen su pedido por correo electrónico a:

compras@es.schunk.com

En su pedido debe incluir siempre los costes de los portes.

Pos.	Cantidad	Ref./Descripción	Total
10	1,00 unid.	0371401 PGN+ 80-1-AS Parallel Gripper	
			778,26 EUR
		Plazo de entrega: Aprox. 1-2 semanas tras pedido	778,26
20	1,00 unid.	0361424 SRU+20-W-180-3-4-M8 SCHWENKEINHEIT MIT EDF	
			1.279,66 EUR
		Plazo de entrega: Aprox. 1-2 semanas tras pedido	1.279,66

SCHUNK Intec, S.L.U.
 Avda. Ernest Lluch,32
 TCM 3-6.01
 E-08302 Mataró (Barcelona)

Tel. +34-937 556 020
 Fax +34-937 908 692
 info@es.schunk.com
 www.schunk.com

B-62603915
 Capital social 250.000 €
 Reg. Mercantil de Barcelona
 Tomo 33705, Folio 37, Hoja B-233191

La Caixa de Pensions
 Swift Code: CAIXESBBXXX
 IBAN Code: ES30 2100 3321 1122 0007 3778
 N° Cta.: 2100 3321 1122 0007 3778

OFERTA **32638/ 1**
Página **2**

Pos.	Cantidad	Ref./Descripción		Total
30	4,00 unid.	0301032 MMS 22-S-M8-PNP SUSTITUYE REF. 0301432		
			38,42 EUR	153,69
		Plazo de entrega: Aprox. 1-2 semanas tras pedido		
40	4,00 unid.	0301623 GK 50-M8-PNP, cable extention		
			28,34 EUR	113,36
		Plazo de entrega: Aprox. 1-2 semanas tras pedido		
50	3,00 unid.	0303366 ABV-MV30-G1/8-V4-M8 GREIFERANBAUVENTIL		
			315,01 EUR	945,03
		Plazo de entrega: Aprox. 3-4 semanas tras pedido		
60	1,00 unid.	9999921 PORTES 5-7 KG UPS STANDARD		
			17,30 EUR	17,30
Total			EUR	3.287,30

Precios netos. IVA no incluido.

Cond. de pago: Recibo domiciliado 60d. fec.fact.
 Cond. de envío: con cargo al cliente
 Forma de envío: UPS Standard

SCHUNK Intec, S.L.U.
 Avda. Ernest Lluch,32
 TCM 3-6.01
 E-08302 Mataró (Barcelona)

Tel. +34-937 556 020
 Fax +34-937 908 692
 info@es.schunk.com
 www.schunk.com

B-62603915
 Capital social 250.000 €
 Reg. Mercantil de Barcelona
 Tomo 33705, Folio 37, Hoja B-233191

La Caixa de Pensions
 Swift Code: CAIXESBBXXX
 IBAN Code: ES30 2100 3321 1122 0007 3778
 N° Cta.: 2100 3321 1122 0007 3778

OFERTA 32638/ 1
Página 3

Validez:

Oferta valida 30 días a partir de la fecha de oferta

El plazo de entrega indicado tiene en productos especiales una validez de 3 semanas fecha oferta

En productos estándar plazo de entrega válido salvo venta.

Nos reservamos el derecho a modificar la forma de cobro, previa negociación

Plazo de entrega para material especial, empieza a contar a partir de la aceptación firmada del diseño

Muy atentamente
SCHUNK Intec, S.L.U.

Para cualquier consulta contacte con:

Roger Marfa
roger.marfa@es.schunk.com

Atención al cliente en su zona:

SCHUNK Intec S.L.U.
937 556 020
info@es.schunk.com

Para más información consulte: www.es.schunk.com

SCHUNK Intec, S.L.U.

Avda. Ernest Lluch,32
TCM 3-6.01
E-08302 Mataró (Barcelona)

Tel. +34-937 556 020
Fax +34-937 908 692
info@es.schunk.com
www.schunk.com

B-62603915
Capital social 250.000 €
Reg. Mercantil de Barcelona
Tomo 33705, Folio 37, Hoja B-233191

La Caixa de Pensions
Swift Code: CAIXESBXXX
IBAN Code: ES30 2100 3321 1122 0007 3778
Nº Cta.: 2100 3321 1122 0007 3778

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i Automàtica

**DISSENY I IMPLEMENTACIÓ D'UNA PINÇA SCHUNK, PER A APLICACIONS
DE DEMOSTRACIÓ, EN UN ROBOT CARTESIÀ**

Annexos

ROGER MARFÀ I MIRÓ

PONENT: JOAN TRIADÓ

TARDOR 2017



**TecnoCampus
Mataró-Maresme**

Índex

Annex 1. Guia tutorial per a programació amb <i>KeMOTION</i>	5
Annex 2. Subcontractació de la fabricació dels cubs.....	29
Annex 3. Ajustament posada en marxa del gir SRU-plus.....	31
Annex 4. Manual d'Operació de l'electrovàlvula MV.....	[Veure CD]
Annex 5. Manual d'Operació PGN-plus.....	[Veure CD]
Annex 6. Manual d'Operació SRU-plus.....	[Veure CD]
Annex 7. IQNet Certificat ISO 9001:2008 productes SCHUNK.....	[Veure CD]
Annex 8. DQS Certificat ISO 9001:2008 productes SCHUNK.....	[Veure CD]
Annex 9. PÜG Certificat ISO 50001 productes SCHUNK.....	[Veure CD]
Annex 10. KeMotion KAIRO: Manual de programació.....	[Veure CD]
Annex 11. KeMotion TeachView: Manual d'Usuari.....	[Veure CD]
Annex 12. KeMotion: Manual d'Usuari.....	[Veure CD]

Annex 1. Guia tutorial per a programació amb KeMOTION.

Aquesta guia tutorial, és un manual d'operació per poder seguir la programació del Robot Cartesià emprant el controlador de KEBA, i el software KeMotion. A continuació es pot veure les diferents parts que formen el robot, a nivell de software i de hardware.

1.1. Aplicació

El principi fonamental de l'aplicació rau en la subjectió d'una peça mitjançant una pinça paral·lela d'accionament pneumàtic d'efecte doble, que pot ser girada en 180° gràcies a un gir també pneumàtic. Tot això amb la possibilitat de crear moviment mitjançant el robot en tot l'espai cúbic que crea el robot cartesià.

L'aplicació, que és de caire demostratiu, interacciona girant 7 cubs, i escriu el nom de la marca SCHUNK, i en l'altre cara dels cubs, escriu el nom del seu producte icònic, la pinça paral·lela que s'utilitza en l'aplicació, la PGN-plus.



Fig. 0.1. Aplicació a programar amb els cubs i les unitats pneumàtiques.

1.2. Robot Cartesià.

El robot Cartesià situat en el TecCenter de SCHUNK és un robot format per 3 eixos SCHUNK controlats pel sistema de l'empresa austríaca Keba, que s'encarrega d'incorporar el llenguatge CodeSys en el món de la Robòtica Industrial, mitjançant el software KeMotion.

Es programarà el robot cartesià ubicat al Tech Center. Un sistema SCHUNK de multi eixos, amb referència RPE 200-X0500-Y0800-Z300-O (0381669), amb les següents característiques tècniques:

- | | |
|--|---|
| - Màx. Càrrega útil [kg]: 20 | - Màx. Velocitat [eix Y] [m /s]: 1 |
| - Carrera horitzontal [eix X] [mm]: 500 | - Repetibilitat [eix Y] [mm]: $\pm 0,08$ |
| - Màx. Acceleració [eix X] [m /s ²]: 5 | - Tipus d'eix [eix Y]: B 140-ZSS |
| - Màx. Velocitat [eix X] [m /s]: 1 | - Carrera vertical [eix Z] [mm]: 300 |
| - Repetibilitat [eix X] [mm]: $\pm 0,08$ | - Màx. Acceleració [eix Z] [m / s ²]: 2 |
| - Tipus d'eix [eix X]: B 80-ZSS | - Màx. Velocitat [eix Z] [m / s]: 0.25 |
| - Carrera Horitzontal [eix Y] [mm]: 800 | - Repetibilitat [eix Z] [mm] $\pm 0,03$ |
| - Màx. Acceleració [eix Y] [m /s ²]: 5 | - Tipus d'eix [eix Z]: B 80-SSS |



Fig. 0.2. Robot cartesià de SCHUNK.

1.3. KeMotion.

KeMotion és el software de KEBA dissenyat per a poder abraçar tota la tipologia de robots existent, l'última versió, KeMotion3 és aplicable en camps d'automatització global de plantes, ja que el sistema es basa en un concepte modular i pot ser estructurat d'acord amb requisits funcionals específics.

A més, el sistema proporciona una plataforma de desenvolupament pròpia, és a dir que es poden crear desenvolupaments de programari.

El sistema consta dels següents components:

- KeControl: PLC, diversos mòduls de CPU amb rendiment variable i característiques.

- KeConnect: sistema d'I/O modular amb mòduls adjuntats per a diverses aplicacions.

Els mòduls d'enllaç de busos permeten la col·locació descentralitzada dels mòduls.

- KeView: panells de funcionament estacionaris i terminals de mà mòbils per a l'ús de les màquines.
- KeDrive: tecnologia d'accionament amb característiques integrades de seguretat per a màquines.
- KeStudio: Toolsuite per als desafiaments d'automatització, que consisteixen en eines per a configuració, programació, visualització, posada en marxa i diagnòstic.

La gràcia d'aquest software es que al estar basat en CodeSys i aquest ser un programari OpenSource, fa que existeixin moltes llibreries a les que s'hi té accés i faciliten molt la feina, ja que es poden aprofitar parts creades o per el mateix desenvolupador o per altres usuaris

1.4. Estructura d'un sistema controlat per KeMotion.

A continuació es pot veure una possible estructuració del sistema de KEBA.

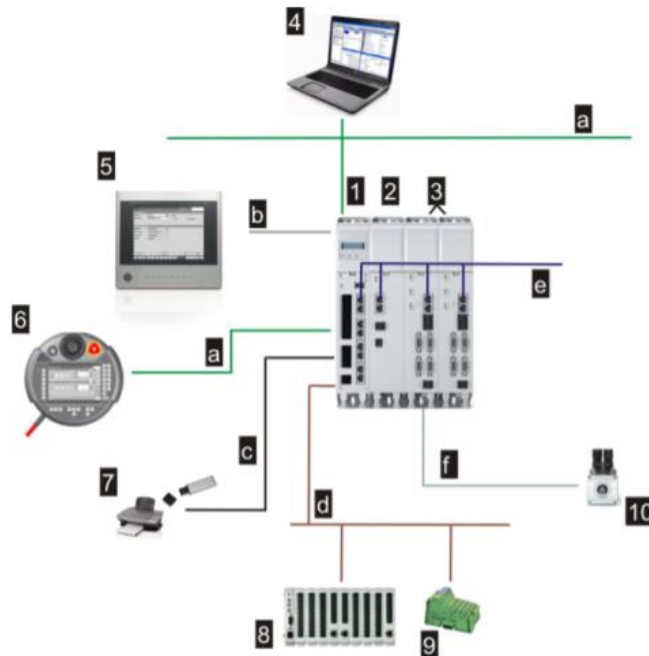


Fig. 0.3. Exemple d'estructura d'un sistema.

Font: KEBA

On:

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Control | 6. Terminal portàtil mòbil |
| 2. Mòdul d'alimentació | 7. Perifèria externa |
| 3. Eix mòdul | 8. Mòdul d'enllaç busos-mòdul I/O |
| 4. Eina suite | 9. Mòduls I/O |
| 5. Dispositiu de funcionament fix | 10. Tecnologia de transmissió |

1.5. Requeriments inicials per a la programació.

Un cop s'ha vist de què està format el robot s'ha de veure quines necessitats té per a funcionar i quins conceptes cal tenir presents per posar-lo en marxa i poder programar-lo.

Primerament cal dir que aquest conjunt al tenir unes dimensions considerables i ser per a la indústria requereix una alimentació elèctrica potent.

Des del panell de control se li subministrarà els 380 V, i s'activaran els fusibles que fan referència al robot cartesià i al compressor.

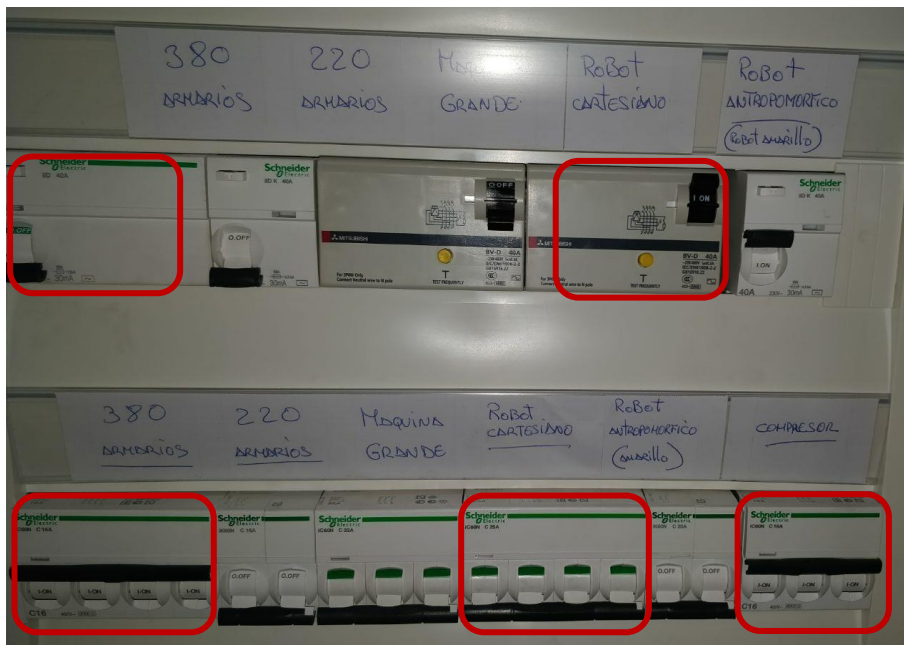


Fig. 0.4. Panell de control del TecCenter.

Font: Pròpia

Seguidament s'activa el compressor, polsant el botó verd i es para un cop ha arribat als 4-6 bars amb el botó vermell, i seguidament s'obre la clau de pas del calderí.



Fig. 0.5. Pantalla de control del compressor.

Font: Pròpia

Un cop fet això s'activa el PLC del Robot Cartesià, situat a dins l'armari de l'esquerra del robot. Això es fa mitjançant l'interruptor indicat a la següent figura, en la que també es veu el relé de seguretat que cal prémer per poder activar els motors del robot.

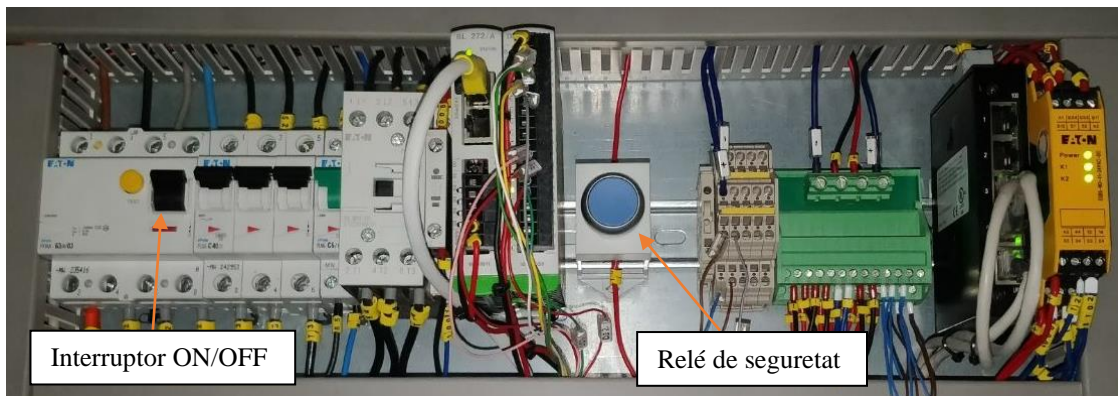


Fig. 0.6. Mòduls del PLC per activar el Robot i els motors dels eixos.

Font: Pròpia

Un cop engegat el PLC i armat el robot, ja es pot fer la connexió via ethernet d'un portàtil al mòdul d'entrades i sortides, que es veu de color groc a la dreta de la figura 1.5. Cal observar quina direcció IP té el PLC (això es pot veure a la mateixa pantalla del controlador), i fer la connexió amb un portàtil.

Un cop fet això ja es pot activar el software KeMotion i obrir el programa del robot que ja va crear l'integrador, i que es diu CartesianoTechCenterIOs.project, i en el que s'haurà de modificar dos programes a la branca de PLC Logic: el programa que fa referència a RC_Inputs i el programa RC_Outputs. Això servirà per a configurar les entrades i les sortides segons els requeriments de l'aplicació.

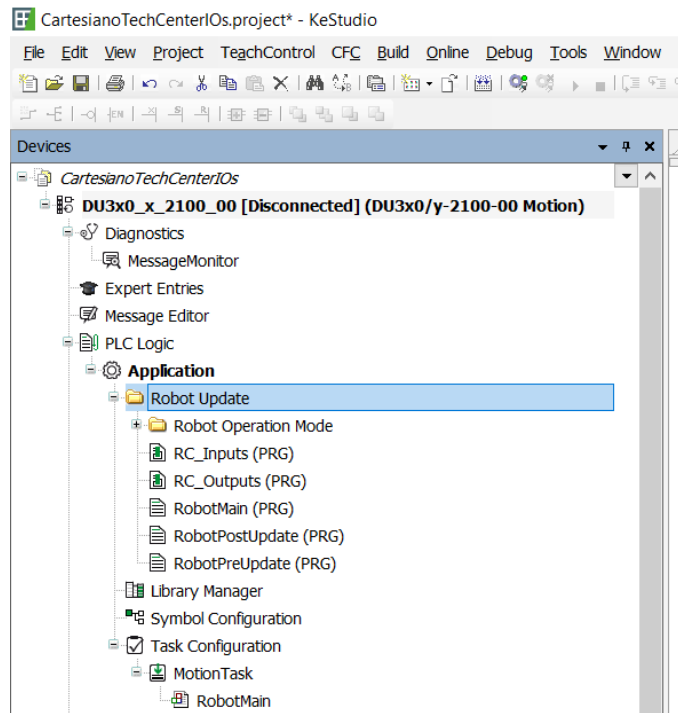


Fig. 0.7. Desplegable del programa del Robot Cartesià.

Per a cada entrada i o sortida s'haurà d'afegir amb el ToolBox que apareix a la dreta les entrades (inputs) desitjades i les sortides (outputs) que es faran servir.

En aquest cas tot i que només n'hi ha 4 de cada, se'n deixen configurades 8 i 8, per així en un futur no haver de fer-ho, en cas d'ampliar els detectors (entrades) o les electrovàlvules (sortides), implementant noves unitats.

Tal i com es veu a la següent figura, s'afegeix una entrada que serà una condició permanent de TRUE al punt ENABLE, i seguidament totes les variables associades a les entrades i sortides.

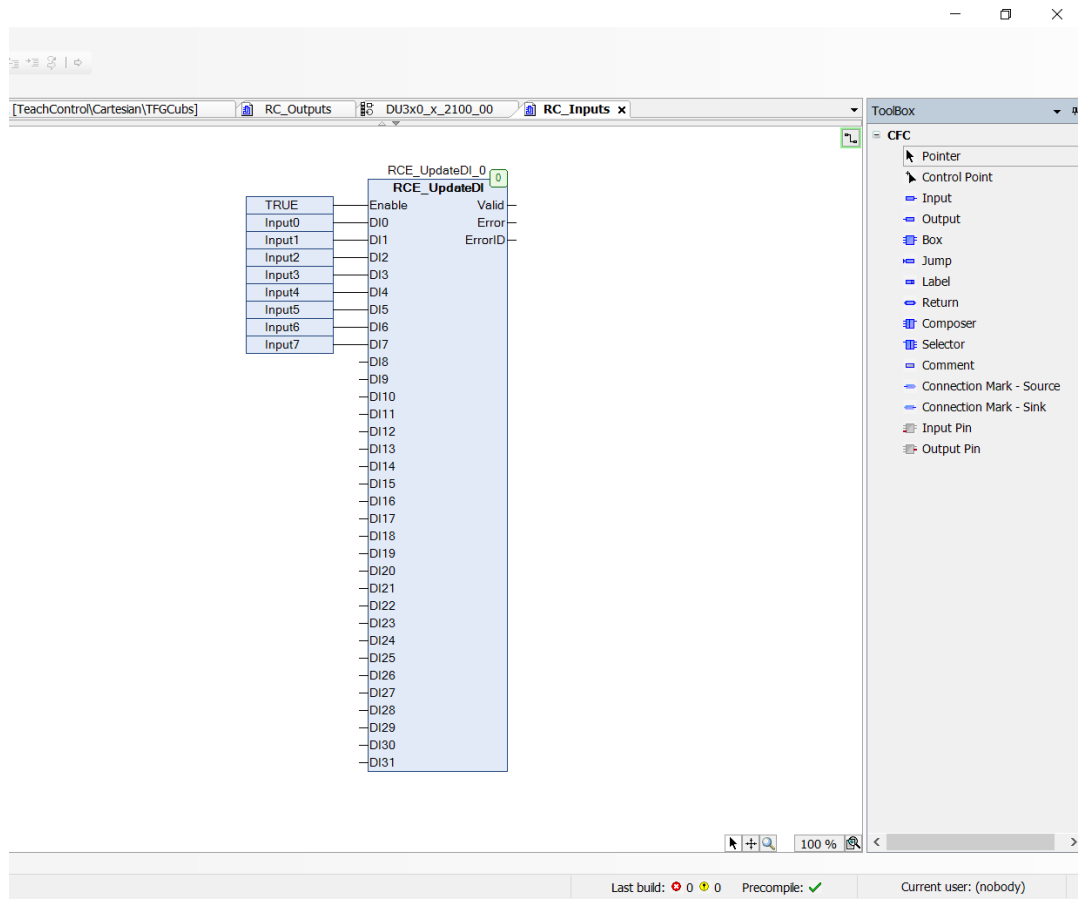


Fig. 0.8. Vista de l'assignació del mòdul d'entrades.

I això mateix es realitza per a l'assignació de les sortides virtuals, amb el model real, tal i com es pot veure a la figura 1.8.

Això permetrà que les sortides i les entrades es puguin cridar des del cos del codi del programa.

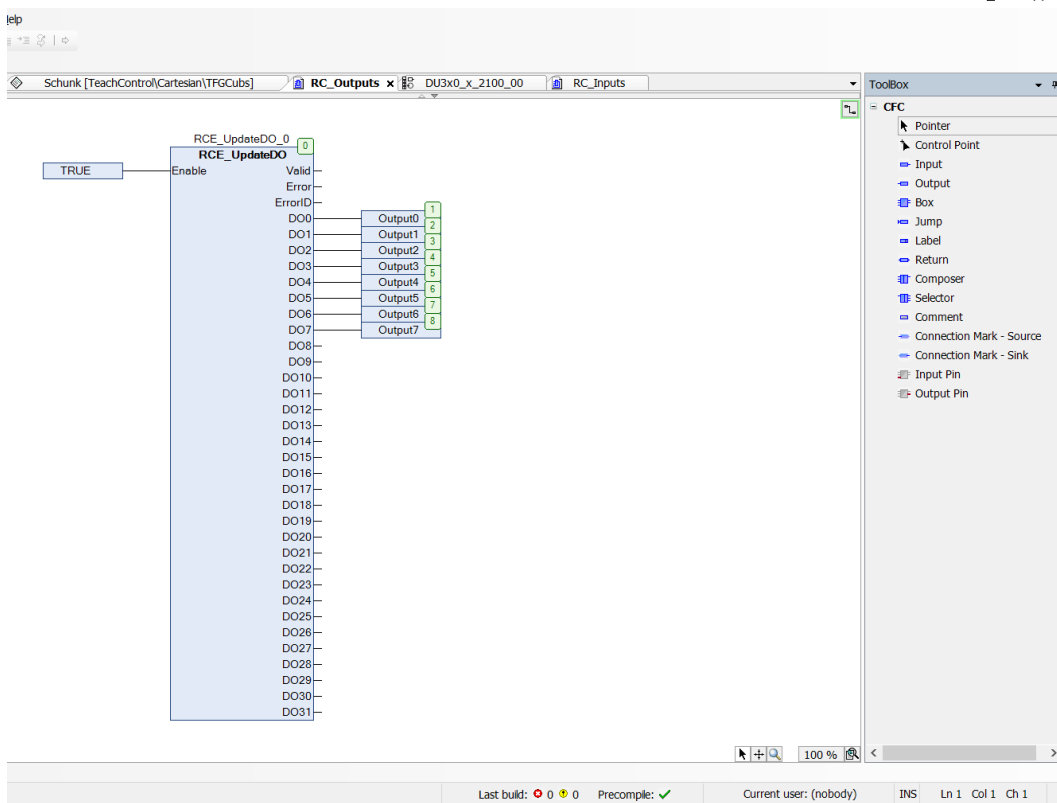


Fig. 0.9. Vista de l'assignació del mòdul de sortides.

Un cop feta aquesta assignació, ja es pot procedir a emprar el panell mòbil del controlador.

1.6. Programació amb TeachView

El panell TeachView és el terminal mòbil amb el que es pot fer la programació del robot a peu de màquina. Una eina que resulta de gran utilitat per tenir un control real i directe del robot en tot moment i molt fàcil de fer servir.

Per saber navegar per el terminal, es mostra una llegenda del què signifiquen algunes de les icones del panell TeachView, tal i com es pot veure a les següents figures.

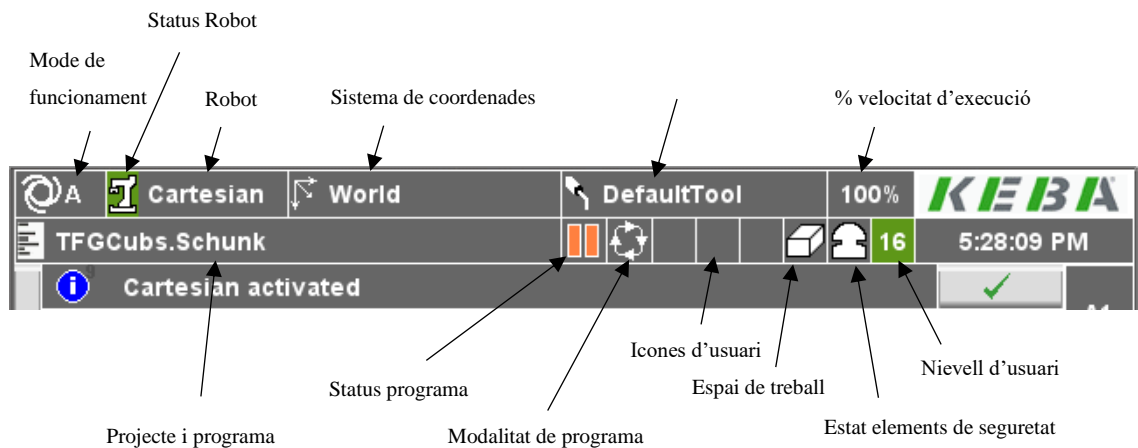


Fig. 0.10. Llegenda panell TeachView

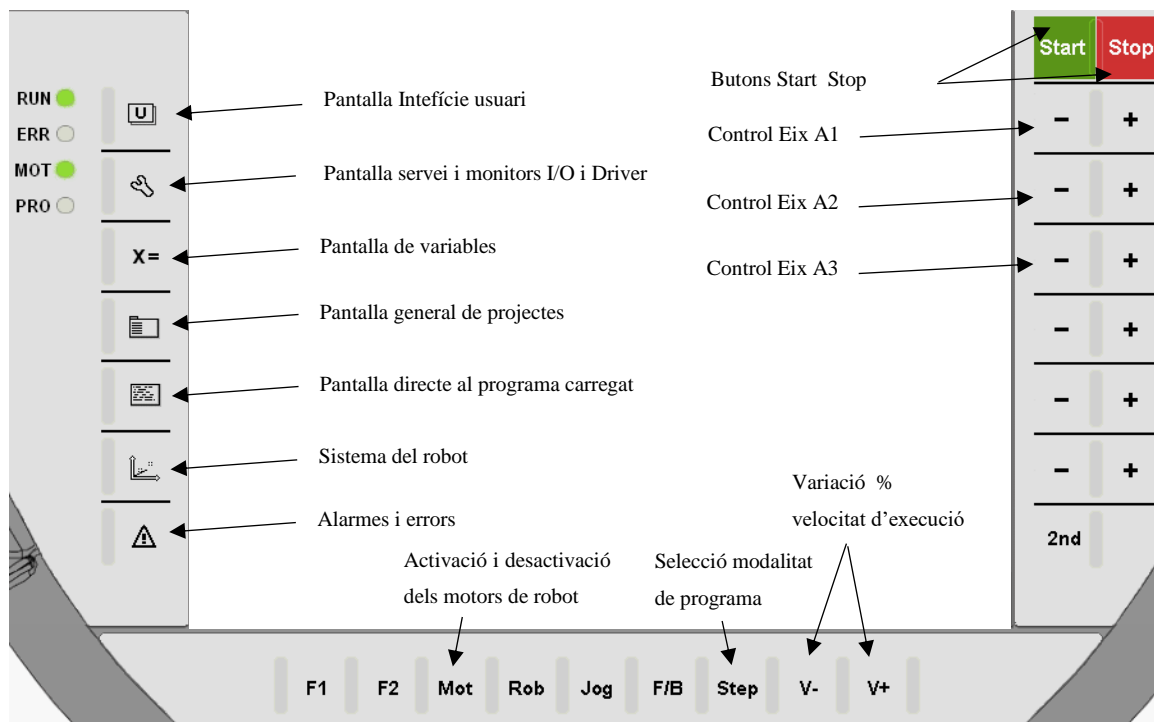


Fig. 0.11. Llegenda panell TeachView.

El procediment per entrar al terminal és senzill.



Fig. 0.12. Imatge de la pantalla inicial i del login del terminal portàtil.

S'entra al Host Name que posa Comau, al que re-direcciona automàticament en cas de no tocar res i que serà el nom del robot, i per a poder editar i programar sense cap impediment a nivell de software, es canvia l'usuari a "administrator" i s'introdueix la contrasenya "pass".

Un cop fet això, s'augmentarà el nivell d'usuari de 1 a 16.

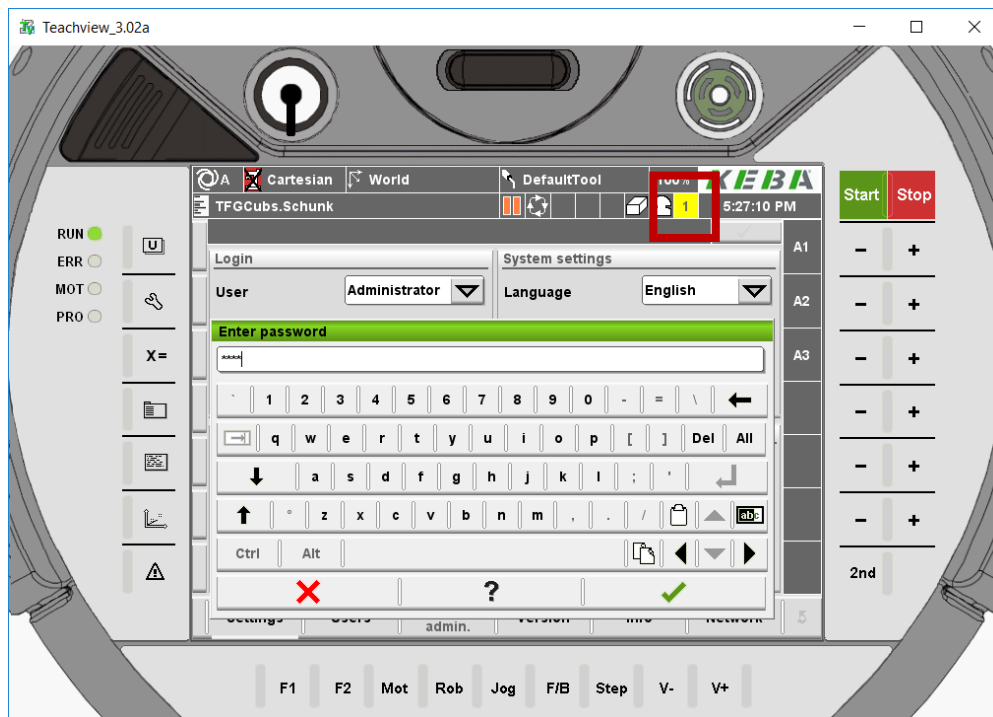


Fig. 0.13. Introducció de la contrasenya per a l'usuari "Administrator".




Fig. 0.14. Màxim nivell d'edició '16'.

En el cas de no haver armat el relé prement l'interruptor blau del PLC, ens apareixerà la imatge que es veu emmarcada en groc, indicant que el robot no està armat i que consegüentment els servomotors dels eixos no es poden activar i el robot no es pot moure.

Un cop s'activa el relé de seguretat aquesta imatge canvia, al prémer el botó de "Mot" tal i com es veu a la següent figura, i el led dels motors s'il·lumina de color verd.



Fig. 0.15. Cartesià activat

Primerament el botó de l'esquerra que té una U escrita  es per veure les pantalles o interfícies d'usuari creades per controlar el robot. En cas de no tenir cap interfície no deixarà entrar en aquest menú.



Per a crear un projecte i un programa cal prémer el quart botó , i anar a la pestanya de baix a la dreta que posa "file" i crear un projecte i un programa. En aquest cas el projecte es dirà SCHUNK i el programa TFGCubs.



Fig. 0.16. Pestanya "file" per crear un programa i un projecte.

El segon botó, que té un dibuix d'una clau anglesa  serveix per veure la pantalla de servei en que s'hi especifica l'usuari que s'està utilitzant, també per veure les entrades i sortides monitoritzades, i també per visualitzar el driver.

Per forçar aquestes sortides i el senyal de les entrades es pot veure en el monitor l'estat real d'aquestes i forçar el valor de les sortides i activar-les a 24 V. Per veure-ho es va a la clau anglesa que posa I/O monitoring, i seguidament es selecciona dins del KBUS:0 el mòdul d'entrades i sortides DM272A:0 i es prem a detail.

D'aquesta manera s'arriba a la pantalla de monitoratge en la que es pot veure l'estat real de les entrades i les sortides, i forçar el valor d'aquestes últimes.

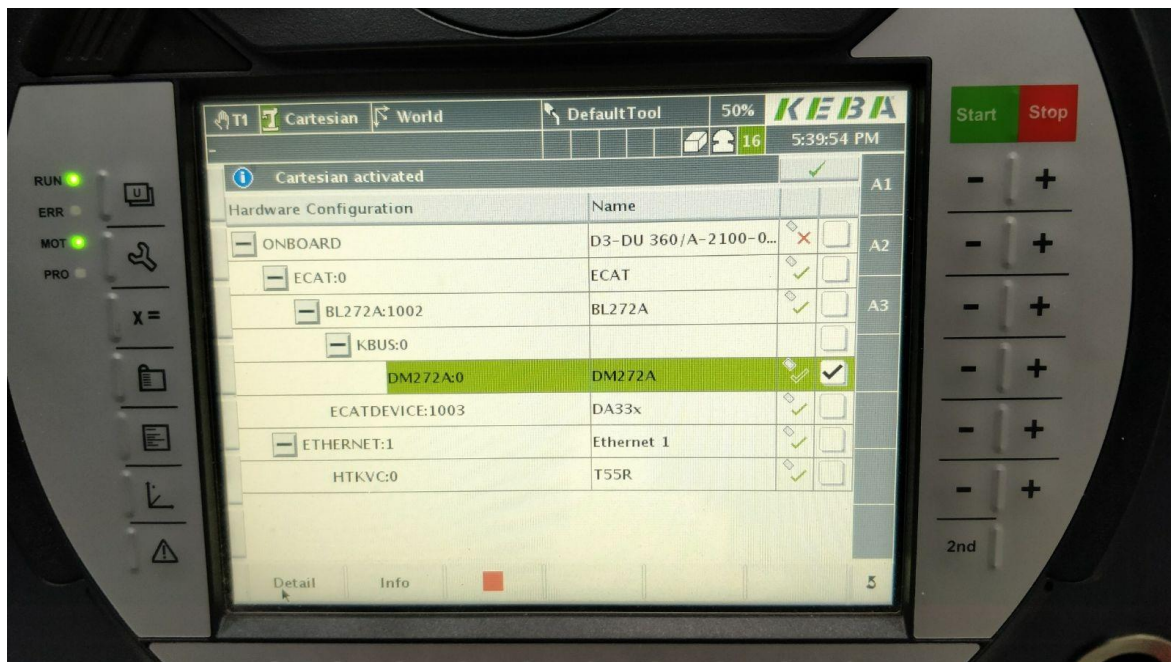


Fig. 0.17. Selecció del mòdul d'I/O.

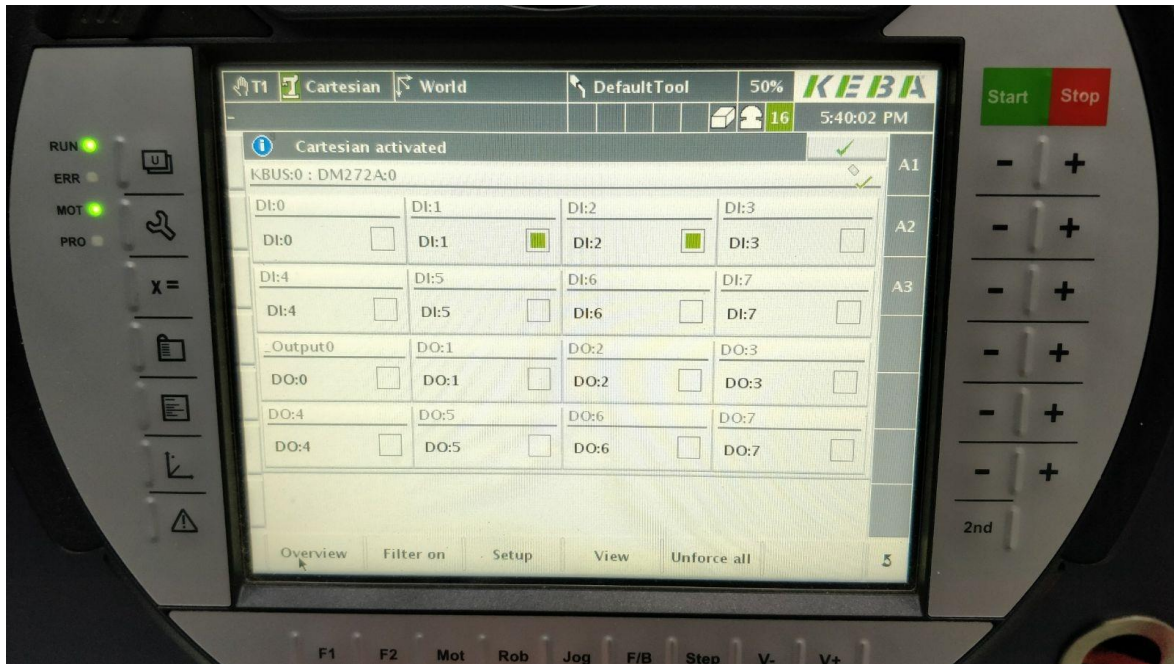


Fig. 0.18. Monitoratge del mòdul d'I/O.

Per forçar el valor de les sortides cal prémer el requadre de la sortida en qüestió i seleccionar la casella “set value” i “force value.”

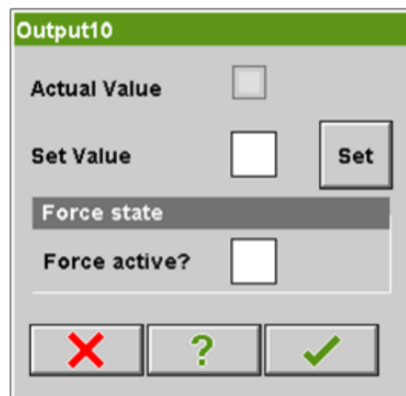



Fig. 0.19. Pantalla per forçar una sortida.

També resulta interessant el botó que té una $x=$ , i que serveix per a veure la pantalla en la que s'especifiquen les variables a utilitzar.

Per a crear una variable s'ha d'anar al menú de variable monitor i a baix a l'esquerra prémer el botó “variable”, i seguidament “new”.

Evidentment s'haurà especificat a quin programa s'ha de vincular la variable, i ja es pot crear la variable. Primerament es seleccionarà el tipus de variable que es vol crear, s'especificarà el seu nom, i els detalls concrets de la variable.

A continuació es pot veure el procediment per a crear una variable associada a una sortida digital:



Fig. 0.20. Creació d'una variable 1.

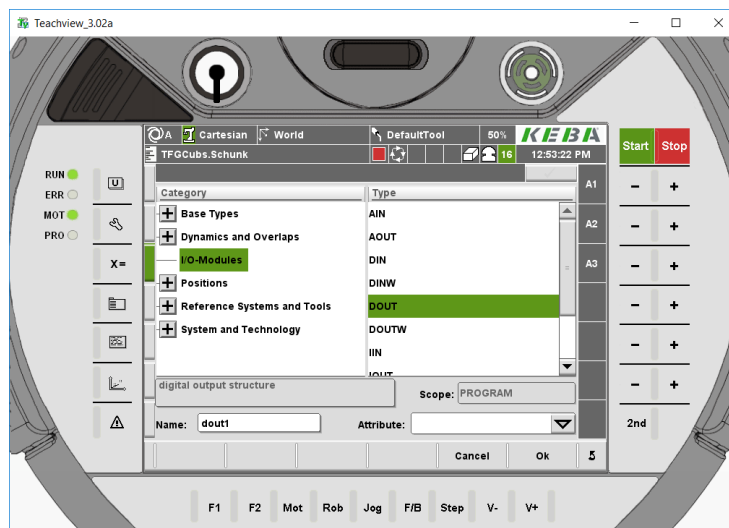


Fig. 0.21. Creació d'una variable 2.

Un cop es selecciona el tipus de variable que es vol crear, se li assigna un nom, en aquest cas serà Close_Gripper, i se li assigna el port de sortida digital a la que es vol vincular.

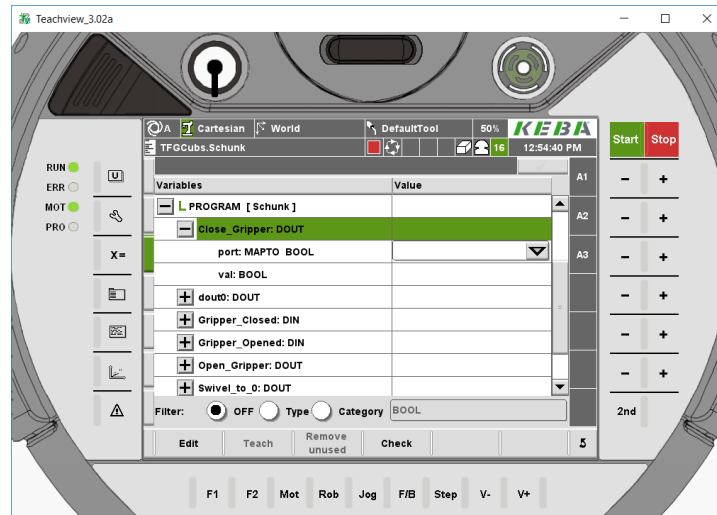


Fig. 0.22. Creació d'una variable 3.

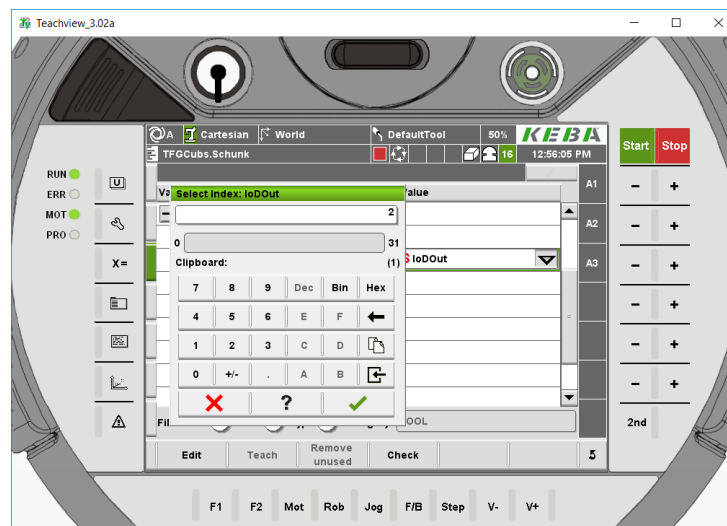


Fig. 0.23. Creació d'una variable 4.

En aquest cas la variable fa tancar els dits de la pinça i aquesta sortida és la 2. Això s'assigna entrant al desplegable de la variable creada, a l'apartat de MAPT TO, i s'assigna l'índex desitjat en aquest cas a l'apartat de IOOut.

Per a fer el programa cal definir prèviament les següents variables:

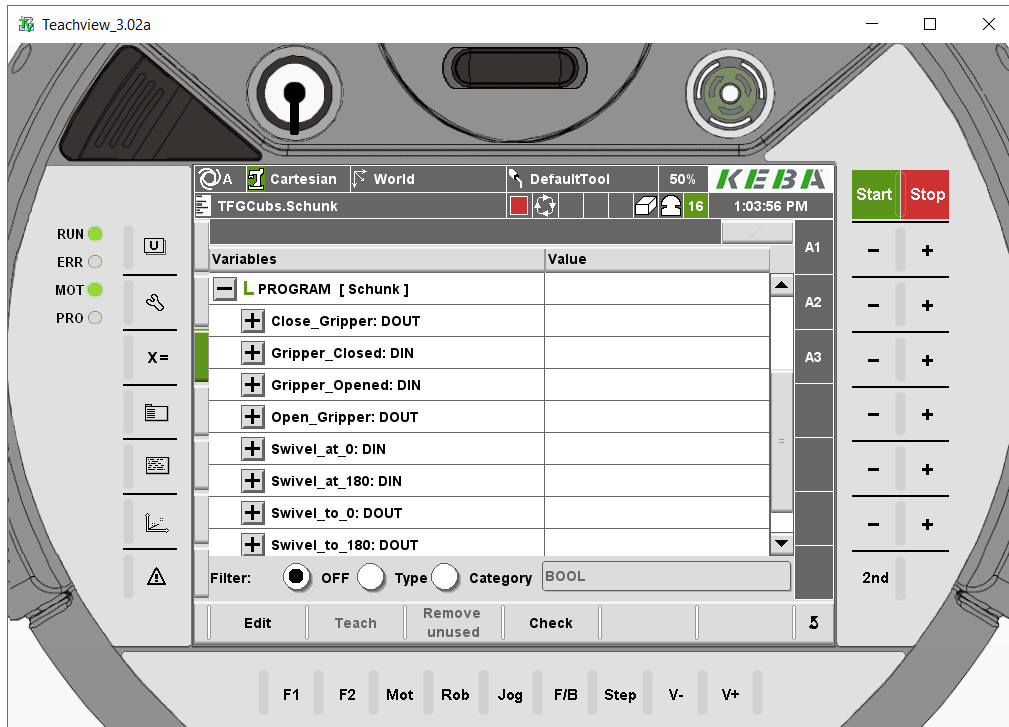


Fig. 0.24. Variables del programa vinculades a sortides i entrades digitals.

Aquestes són les variables associades a les entrades i sortides digitals, però així mateix es crearà una variable REAL que tindrà per nom `index_cubs`.

Un cop definides les variables es pot tornar a anar al menú de programes i seleccionar el que s'ha creat anteriorment. Un cop seleccionat es prem la pestanya "Load" per anar a la pantalla de programació.



Fig. 0.25. Pestanyes menú de programació.

Per inserir instruccions o editar-les, cal prémer la pestanya "new" o la pestanya "edit", respectivament. Tanmateix és important conèixer la funció Set PC, que és la que situa el punter allà on es desitja, i consegüentment que marca per on s'ha de començar a executar el programa.

1.7. Instruccions del programa


Per a realitzar la programació de l'aplicació es faran servir les següents instruccions:

- **PTP:**

Ordre de moviment amb interpolació punt a punt.

La comanda PTP-motion és una ordre síncrona de punt a punt, especificant una posició objectiu i dinàmiques opcionals i dades superposades. Tots els eixos començaran a moure's i arribar a la seva posició meta simultàniament. Resultats de la combinació dels moviments d'un únic eix.

```
PTP (
  pos : POSITION_
  OPTIONAL dyn : DYNAMIC_
  OPTIONAL ovl : OVERLAP_
)
```

Es pot definir la posició actual del robot que es pot conèixer prement el botó  en el que es pot llegir la posició real de cada eix.

Un cop es té seleccionada la instrucció PTP, es pot prémer la pestanya “Teach” per a seleccionar la posició actual del robot.

- **MoveRobotAxis:**

Comandament de moviment per a un sol eix robot.

```
MoveRobotAxis (
  Eix CONST: ROBOTAXIS
  CONST pos: REAL
  OPCIONAL din: DYNAMIC_
  OPCIONAL ovl: OVERLAP_
)
```

Només els eixos donats es mouen, tots els altres eixos del robot romanen on es troben.

- **WaitIsFinished:**

Aquesta instrucció sincronitza el moviment del robot i l'execució del programa.

```
WaitIsFinished (
  Paràmetre OPCIONAL: PERCENT
)
```

L'execució del programa s'interromp fins que el robot hagi arribat al programa posició. Opcionalment es pot especificar un paràmetre que indica una posició en l'últim segment (paràmetre segment). En aquest cas, l'execució del programa s'interromp fins que el robot hagi arribat al paràmetre especificat.

- **Loop...Do...End_Loop:**

La instrucció LOOP serveix per repetir una seqüència d'instruccions per a un determinat nombre de vegades. Per a cada instrucció LOOP, es crea automàticament una variable de bucle intern, que s'inicialitza amb 1 quan s'introdueix el bucle. El cicle és repetidament executat fins que la variable de bucle excedeixi el valor final programat. Si el valor final és inferior a 1, el cicle serà omès completament. Després de cada bucle passar la variable del bucle s'incrementa en 1 i el valor final es recalcula.

El circuit pot contenir un nombre infinit d'instruccions. Es pot programar un bucle infinit.

Exemple per a una instrucció LOOP:

```
LOOP 10 DO
llegir (ch) // llegir 10 vegades
END_LOOP
j: = 0
    ... LOOP j DO
llegir (ch) // serà saltat
END_LOOP
LOOP DO // loop infinit
ESPERA chg
chg: = FALSE
...
END_LOOP
```

- Bloc d'entrada digital DIN

Bloqueja per llegir una entrada digital.

Variables de la instrucció:

val	REAL READONLY	Valor actual
port	MAPTO REAL	Referència a l'índex d'entrades digitals físiques
PosEdge	BOOL	Valor actual ascendent
negEdge	BOOL	Valor actual descendent

Les entrades es poden cridar amb una instrucció DIN.Wait

- DIN.Wait

Espereu fins que s'estableixi o restableixi l'entrada.

```
DIN.Wait (
VAR_IN valor: BOOL
OPTATIVA CONST timeMs: DINT
): BOOL
```

Aquesta funció espera fins que l'entrada s'estableixi o es restableixi, o fins al temps d'espera opcional expira.

- Bloc de sortida digital DOut

Bloqueja per llegir i escriure una sortida digital.

Variables de la instrucció:

val	REAL READONLY	Valor actual
port	MAPTO REAL	Referència a l'índex de sortides digitals físiques.

Les entrades es poden cridar amb diferents instruccions, però en aquest cas es farà amb variable DOut.Set

- DOut.Set

Estableix una sortida.

```
DOUT.Set (
Valor CONST: BOOL
OPINIONS CONST: DIN
CONST opcional fbTimeoutMS: DINT
OPCIONAL CONST waitOnFeedback: BOOL
)
```

Alternativament, la sortida es pot escriure directament, i opcionalment, es pot observar un senyal de feedback.

Paràmetres:

value	Valor actual
[feedback]	Senyal de retroalimentació. Si s'utilitza un senyal de retroalimentació, s'observa fins que la sortida es reinicia. Sempre que la senyal de retroalimentació difereix de la sortida senyal, s'estableix un error.
[fbTimeoutMS]	Màx. temps [ms] fins que el senyal de retroalimentació ha de mostrar el valor desitjat

[waitOnFeedback]	<p>TRUE: el programa espera fins que es configuri els comentaris. Si no hi ha fbTimeoutMS donat (o un temps d'espera ≤ 0ms), el programa espera sense límit de temps.</p> <p>En cas contrari, s'estableix un error, si el senyal encara no està configurat després del donat el temps d'espera ha caducat.</p> <p>FALS: el programa continua sense esperar el senyal de retroalimentació (per defecte). El senyal de retroalimentació no mostra el valor desitjat i no es dona fbTimeoutMS (o un temps d'espera ≤ 0ms), l'observació estableix un error immediatament.</p>
------------------	--

1.8. Estructura del programa

Finalment es procedeix a escriure el programa considerant totes les premisses explicades.

Aquesta representa una possibilitat, però es podria desenvolupar una aplicació similar de moltes altres formes diferents.

```

LOOP 10 DO
  PTP(ap0)
  WaitIsFinished()
  Open_Gripper.Set(TRUE, Gripper_Opened, , TRUE)
  Open_Gripper.Set(FALSE)
  Swivel_to_180.Set(FALSE)
  Swivel_to_0.Set(TRUE, , , IoDIn[0])
  WaitIsFinished()
  // Posa el sistema en la posició inicial
  MoveRobotAxis(A3, 220.0)
  WaitIsFinished()
  // Posa el sistema en la posició del primer cub
  Close_Gripper.Set(TRUE, Gripper_Closed, , TRUE)
  Close_Gripper.Set(FALSE)
  PTP(ap0)
  WaitIsFinished()
  Swivel_to_0.Set(FALSE)
  Swivel_to_180.Set(TRUE, , , IoDIn[1])

```

```

WaitIsFinished()
// Agafa el cub l'aixeca i el gira
MoveRobotAxis(A3, 220.0)
WaitIsFinished()
Open_Gripper.Set(TRUE, Gripper_Opened, , TRUE)
PTP(ap0)
WaitIsFinished()
index_cubs := 120
LOOP 6 DO
    index_cubs := index_cubs + 100
    // Sistema per anar canviant de cubs, desplaçant l'eix A2 cap a la
dreta
    MoveRobotAxis(A2, index_cubs)
    WaitIsFinished()
    Open_Gripper.Set(TRUE, Gripper_Opened, , TRUE)
    Open_Gripper.Set(FALSE)
    Swivel_to_180.Set(FALSE)
    Swivel_to_0.Set(TRUE, , , IoDIn[0])
    WaitIsFinished()
    // Posa el sistema en la posició inicial
    MoveRobotAxis(A3, 220.0)
    WaitIsFinished()
    // Posa el sistema en la posició del primer cub
    Close_Gripper.Set(TRUE, Gripper_Closed, , TRUE)
    Close_Gripper.Set(FALSE)
    MoveRobotAxis(A3, 280.0)
    WaitIsFinished()
    Swivel_to_0.Set(FALSE)
    Swivel_to_180.Set(TRUE, , , IoDIn[1])
    WaitIsFinished()
    // Agafa el cub l'aixeca i el gira
    MoveRobotAxis(A3, 220.0)
    WaitIsFinished()
    Open_Gripper.Set(TRUE, Gripper_Opened, , TRUE)
    MoveRobotAxis(A3, 280.0)
    WaitIsFinished()
END_LOOP
END_LOOP

```

1.9. Explicació del codi de l'aplicació

L'estructura del programa és senzilla, emprant una part inicial de font base, que s'itera a partir d'una variable anomenada `index_cubs`, que suma 100 mm a cada "loop" que es crida durant l'execució del programa. Aquest `index_cubs` s'associa al moviment de l'eix A2 del robot i posiciona al robot just a sobre dels 7 cubs diferents, separats aquest 100 mm, per a poder actuar sobre ells.

Així mateix, el programa acciona les diferents sortides assignades que s'han pogut veure anteriorment, cridades mitjançant la funció de `Set`. Aquesta funció va associada a una variable que dicta quina sortida s'ha d'activar o desactivar, retornant una variable de tipus booleà, i requerint una variable que funcioni com a un `Feedback`, que en aquest cas són les entrades digitals dels sensors, que aporten la informació a la funció `Set` per a poder saber en quin punt es troben les pinces o el gir, i dictaminar si es pot procedir amb l'execució de l'aplicació.

L'assignació de les entrades i de les sortides, `DOut` i `DIn`, es fa utilitzant l'ordre de `Mapto Bool`, que incideix directament en l'entrada designada en el mòdul d'I/O del mateix hardware del PLC, i que és la que descriu a quina variable se li han d'assignar els 24 V per a activar un sortida.

En referència als moviments del robot, s'ha optimitzat al màxim la memòria RAM del PLC de KEBA creant els mínims punts possibles- tant sols es crea un punt `PTP(p0)` sobre l'espai del robot- i es referencia la resta de moviments com a moviments d'un sol eix amb la funció `MovRobotAxis` i la iteració. Aquesta ordre resulta adequada ja que solament requereix que es defineixi quin és l'eix que vol moure i a quina posició final es vol arribar.

És aquesta posició la que va mutant a mesura que la iteració es va executant traslladant la posició de l'eix A2 100 mm cada vegada. Aquesta iteració es recrea 6 vegades mitjançant la funció de control `Loop`, en la que es pot definir quantes vegades es vol repetir una estructura.

Finalment, també és destacable la funció de `WaitIsFinished()`, que és la que sincronitza els diferents moviments i les sortides per tal de fer funcionar correctament l'aplicació, en els instants determinats.

Finalment, a continuació es pot veure el llistat de variables internes creades per a la programació de l'aplicació:

Name	Type	Init
ap0	AXISPOS	(a1:=418.004, a2:=120, a3:=280.004)
Swivel_at_180	DIN	(port:=MAP(IoDIn[1]))
Swivel_at_0	DIN	(port:=MAP(IoDIn[0]))
Gripper_Closed	DIN	(port:=MAP(IoDIn[3]))
Gripper_Opened	DIN	(port:=MAP(IoDIn[2]))
Close_Gripper	DOUT	(port:=MAP(IoDOut[2]))
Open_Gripper	DOUT	(port:=MAP(IoDOut[3]))
Swivel_to_0	DOUT	(port:=MAP(IoDOut[0]))
Swivel_to_180	DOUT	(port:=MAP(IoDOut[1]))
index_cubs	REAL	0

Fig. 0.26. Llistat de les variables internes del programa.



creatib[®]
creació web i disseny gràfic

Moratín, 51, 1r. 3a. 08302 Mataró
Tel. 93 790 52 73 Fax 93 790 27 88
info@creatib.com
www.creatib.com

PRESSUPOST
Data: 1-6-2017
Número: 17210P

Sr. Sergio Hassan
Schunk Intec SLU
Av. Ernest Lluch, 32 TCM 3-6.01
08302 Mataró

A continuació detallem la nostra millor oferta:

DESCRIPCIÓ	IMPORT
<p>CUBS</p> <p>Fabricació de 7 cubs de fusta de 50 mm.</p> <p>Pintat dels 7 cubs amb el color blau fosc corporatiu de Schunk.</p> <p>Retolació amb vinil de 12 cares amb tipografia de color blanc i amb la marca, segons indicacions de Schunk.</p>	213,00€
<p>- La firma del present pressupost s'entén com a acceptació del mateix i com a ordre d'inici del treball. També deixa constància que la seva posterior anul·lació, comportarà el pagament de les despeses i la feina realitzada fins a la data d'aquesta anul·lació.</p> <p>- Les quantitats, variacions o observacions s'han d'especificar en l'apartat corresponent, si cal.</p> <p>- Gargallo Associats scp s'obliga a la realització del treball, a partir de l'obtenció de tota la informació i documentació necessària per part del Client. - Aquest pressupost tindrà una vigència de 30 dies.</p> <p>- Aquest pressupost no inclou els treballs addicionals no descrits o els canvis d'orientació per</p>	



creatib
Gargallo Associats scp
DIF 0-59551416
Moratín, 51, 1r. 3a. 08302 Mataró

part del Client.

- El Client accepta la obligació de revisar el treball abans d'efectuar qualsevol procés per al seu ús, difusió o impressió, amb el fi de detectar possibles errors o defectes.
- Els preus no inclouen ni impostos ni tributs, que s'entenen a càrrec del Client. - Condicions de pagament: 30 dies.

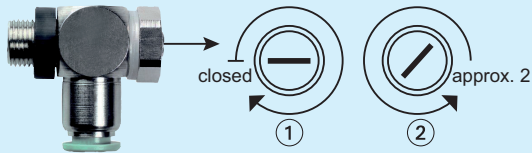
QUANTITATS · VARIACIONS · OBSERVACIONS:

Firma i segell del client

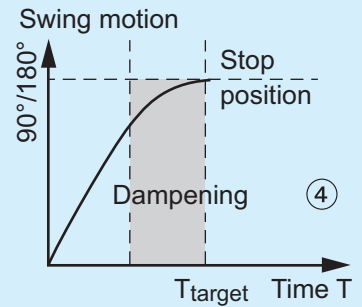
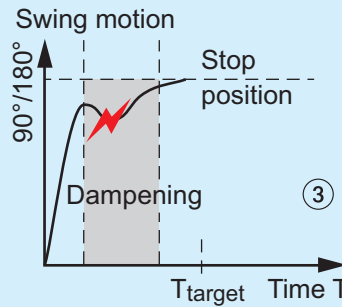
Pneumatic Swiveling Unit SRU-plus 20 – 60

Quick guide for adjustment of the rotation

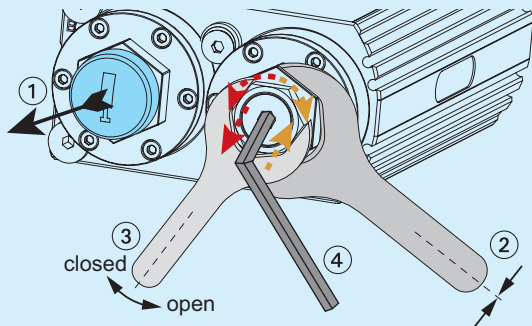
1. Adjustment of the rotation speed via flow control valves



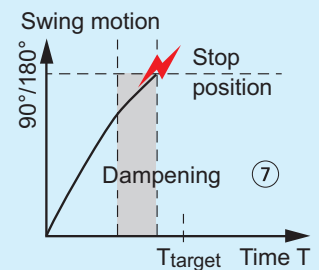
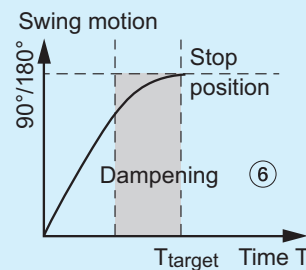
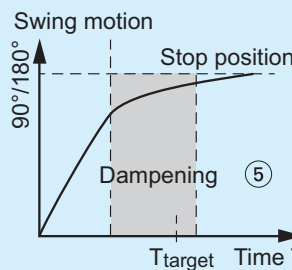
- ① Completely close the flow control valve
- ② Open the flow control valve approx. 2 turns and swivel the load. Further open the flow control slowly until the rotate smoothly comes to rest.
- ③ If the swiveling rotation is too fast, the shock absorber will be overloaded. In this case, gradually close the flow control valve until
- ④ the optimal rotation time is reached.



2. Adjustment of the shock absorber stroke



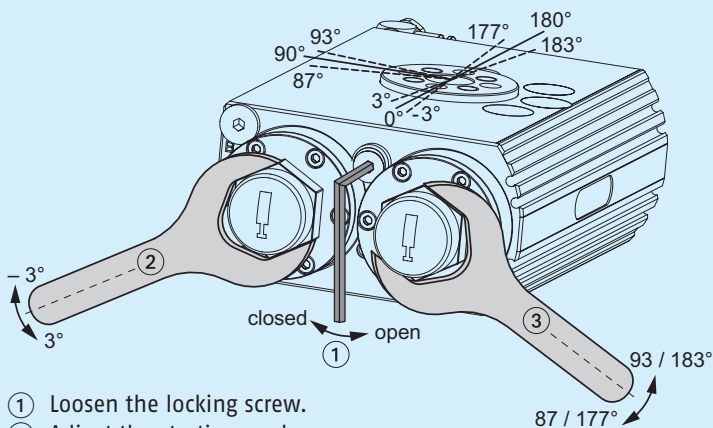
- ① Remove the cover cap.
- ② Secure the stop.
- ③ Loosen the nut on the stop pin.
- ④ Adjust the shock absorber stroke with an Allen key.



← Shorter shock absorber stroke. → Longer shock absorber stroke.

- ⑤ The shock absorber stroke is too long. End position is reached too slowly.
- ⑥ Optimal shock absorber stroke.
- ⑦ The shock absorber stroke is too short, causing the piston to strike the housing.
Risk of damaging the unit.

3. Adjustment of the swing angle



- ① Loosen the locking screw.
- ② Adjust the starting angle.
- ③ Adjust the angle of the end position. End position at 90° or 180°.
- ④ Tighten the locking screw.



WARNING

Danger to life and limb of the operator due to swiveling load and ejected parts.

Adjustments of the swivel unit may cause danger to life and limb of the operator during test operation of the unit.

- Leave the danger zone before every test operation.
- Do not reach into the swivel range.
- While making adjustments it must be guaranteed that an accidental operation of the unit by the operator or other persons is not possible.

Everyone who is authorized to work on the swivel unit must have read and understood the complete original Assembly and Operating Manual !

